

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 242 843 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(51) Int Cl.:  
**G02B 13/14** (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)  
**G03F 7/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 00985239.3

(86) Internationale Anmeldenummer:  
PCT/EP2000/013148

(22) Anmeldetag: 22.12.2000

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
WO 2001/050171 (12.07.2001 Gazette 2001/28)

(54) **PROJEKTIONSOBJEKTIV MIT BENACHBART ANGEORDNETEN ASPHÄRISCHEN  
LINSENOBERFLÄCHEN**

PROJECTION LENS COMPRISING ADJACENT ASPHERIC LENS SURFACES

OBJECTIF DE PROJECTION POURVU DE SURFACES DE LENTILLES ASPHERIQUES  
DISPOSEES L'UNE A COTE DE L'AUTRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE GB NL

(74) Vertreter: Müller-Rissmann, Werner Albrecht et al  
Carl Zeiss,  
Patentabteilung  
73446 Oberkochen (DE)

(30) Priorität: 29.12.1999 US 173523 P  
22.01.2000 DE 10002626  
04.05.2000 DE 10021739

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.09.2002 Patentblatt 2002/39

(73) Patentinhaber: Carl Zeiss SMT AG  
73446 Oberkochen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP-A- 0 332 201 EP-A- 0 816 892  
EP-A- 0 851 304 EP-A- 1 061 396  
EP-A- 1 069 448 EP-A- 1 079 253  
DE-A- 19 818 444 US-A- 4 757 354  
US-A- 4 861 148 US-A- 5 724 121  
US-A- 5 835 285 US-A- 5 990 926

(72) Erfinder:  
• SHAFER, David, R.  
Fairfield, CT 06430 (US)  
• SCHUSTER, Karl-Heinz  
89551 Königsbrunn (DE)  
• BEIERL, Helmut  
89522 Heidenheim (DE)

• PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no.  
13, 30. November 1999 (1999-11-30) -& JP 11  
231219 A (RICOH OPT IND CO LTD), 27. August  
1999 (1999-08-27)  
• PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no.  
03, 31. März 1999 (1999-03-31) -& JP 10 325922 A  
(NIKON CORP), 8. Dezember 1998 (1998-12-08)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Projektionsobjektiv gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der WO 99/52004 (entspricht EP 1 079 253 A1) sind katadioptrische Projektionsobjektive bekannt, die eine Vielzahl von asphärischen Linsenoberflächen umfassen. So weist beispielsweise das in Figur 4 dargestellte Projektionsobjektiv bei 15 Linsen 12 asphärische Linsenoberflächen auf. Da die Herstellungskosten von asphärischen Linsenoberflächen mit der in der Mikrolithographie geforderten Genauigkeit sehr hoch sind, dürften diese Objektive aufgrund der vielen erforderlichen asphärischen Linsenoberflächen für den Markt weniger interessant sein. WO 99/52004 offenbart den Oberbegriff von Anspruch 1.

[0003] Aus der EP 332 201 B1 ist ein optisches Projektionssystem insbesondere für die Photolithographie bekannt. Die aus dieser Schrift bekannten Projektionsobjektive umfassen fünf Linsengruppen, wobei die erste, zweite, dritte und fünfte Linsengruppe jeweils nur eine Linse aufweisen. Zum Teil sind die Linsen mit asphärischen Linsenoberflächen versehen, wobei auf einer in der vierten Linsengruppe bildseitig angeordnete asphärische Linsenoberfläche eine asphärische objektseitig angeordnete Linsenoberfläche der fünften Linsengruppe folgt.

[0004] Aus der EP 851 304 A2 ist die benachbarte Anordnung von asphärischen Linsenoberflächen in einem Projektionsobjektiv bekannt. Diese asphärischen Linsen sind in radialer Richtung verschiebbar gelagert. Durch die relative Bewegung der Linsen wird das Projektionsobjektiv abgestimmt. Aufgrund der Möglichkeit die Asphären in radialer Richtung gegeneinander zu verschieben sind die asphärischen Linsenoberflächen insbesondere rotationsunsymmetrisch. Aufgrund der beweglichen Lagerung der asphärischen Linsen, dürfte diese Anordnung nicht für jedes Projektionsobjektiv geeignet sein, da insbesondere für kurze Wellenlängen ausgelegte Projektionsobjektive sehr empfindlich auf kleinste Positionsänderungen der einzelnen Linsen reagieren. Es ist davon auszugehen, daß die durch die spezielle Lagerung der Linsen erreichbare Lagestabilität nicht ausreichend ist, um zuverlässig eine gute Abbildungsqualität gewährleisten zu können.

[0005] Aus der DE 198 18 444 A1 ist eine Projektionsoptikvorrichtung mit einem rein refraktivem Projektionsobjektiv bekannt, das sechs Linsengruppen G1 bis G6 umfaßt. Bei diesem Projektionsobjektiv weisen die Linsengruppen G1, G3 und G5 positive Brechkraft auf. Die Linsengruppen G2 und G4 weisen negative Brechkraft auf. Für die Korrektur von Abbildungsfehlern weisen einige Linsen, insbesondere in der vierten und fünften Linsengruppe, asphärische Linsenoberflächen auf.

[0006] Aus der DE 199 42 281.8 sind weitere Projektionsbelichtungsobjektive, die sechs Linsengruppen aufweisen, wobei die zweite Linsengruppe und die vierte Linsengruppe negative Brechkraft aufweisen, bekannt. Bei den aus dieser Schrift bekannten Projektionsobjektiven sind Linsen mit asphärischen Linsenoberflächen vorzugsweise in den ersten drei Linsengruppen angeordnet, wobei zwischen den asphärischen Linsenoberflächen eine Mindestzahl von sphärischen Linsenoberflächen angeordnete sind. Dieser Mindestabstand zwischen den asphärischen Linsenoberflächen erschien erforderlich, damit die eingesetzten asphärischen Linsen optimale Wirkung entfalten.

[0007] Aus der US 4,871,237 ist es bereits bekannt, in Abhängigkeit vom barometrischen Druck ein Objektiv abzustimmen und zwar über den Brechungsindex eines Füllgases in Linsenzwischenräumen. Durch eine geeignete Kombination von Zwischenräumen können zum Beispiel sphärische Aberration, Koma und andere Bildfehler korrigiert werden.

[0008] Aus der US 5,559,584 ist es bekannt, bei einer Projektionsbelichtungsanlage zur Herstellung mikrostrukturierter Bauteile in den Zwischenräumen zwischen einem Wafer und/oder einem Retikel und dem Projektionsobjektiv Schutzgas einzubringen.

[0009] Aus der US 6,075,653 sind Projektionszoomsysteme und Projektoren bekannt, die vier Linsengruppen umfassen. Dieses Projektionsobjektiv weist eine bildseitig angeordnete Linsengruppe G1 auf, die insgesamt negative Brechkraft aufweist und nur aus zwei Negativlinsen besteht.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Projektionsobjektiv und eine Projektionsbelichtungsanlage sowie ein Verfahren zur Herstellung von mikrostrukturierten Bauteile bereitzustellen, wobei diese im Hinblick auf die Abbildungsqualität und das Auflösungsvermögen verbessert sind. Weiterhin lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde die Herstellungskosten zu reduzieren.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die in den Patentansprüchen 1 und 21 gegebenen Merkmale gelöst.

[0012] Durch die Maßnahme bei einem Projektionsobjektiv mit einer Mehrzahl an Linsen, wobei mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Linsenoberflächen asphärisch sind, die im folgenden mit Doppelasphäre bezeichnet werden, die Doppelasphäre in einem Abstand von mindestens dem maximalen Linsendurchmesser des Objektives entfernt von der Bildebene, insbesondere Waferebene beabstandet anzuordnen wobei der Abstand zwischen den asphärischen Linsenoberflächen der Doppelasphäre maximal dem halben Linsendurchmesser des mittleren Durchmessers der Doppelasphäre wurden die Abbildungsqualitäten eines Projektionsobjektives im Vergleich zu einem Projektionsobjektiv ohne solche Doppelasphären, verbessert werden. Insbesondere konnte bei einem refraktiven Projektionsobjektiv durch den Einsatz von mindestens einer Doppelasphäre die numerische Apertur gesteigert werden, indem der erste Bauch verkürzt wurde, so daß bei konstanter Länge des Projektionsobjektives der dritte Bauch eine Steigerung der numerischen Apertur bei von etwa 0,03 bis 0,05 erfährt.

[0013] Insbesondere bei rein refraktiven Projektionsobjektiven hat sich der Einsatz von Doppelasphären mit einer Anordnung in den ersten drei Linsengruppen als besonders vorteilhaft herausgestellt.

[0014] In Lithographieobjektiven gibt es ausgezeichnete Stellen, die auf schwer beherrschbare Aberrationen besonders gut wirken, wenn sie asphärisiert werden. Gerade dort ist es sinnvoll die Wirksamkeit an der entsprechenden Stelle durch eine komplexe Asphärenfunktion besonders effektiv zu nutzen. Prädestiniert ist der Bereich der ersten Taille und das Ende des zweiten Bauches sowie Bereiche hinter der Blende. Da der technischen Realisierung von komplexen Asphären technisch Grenzen gesetzt sind, können die komplexen Asphärenfunktionen mittels Doppelasphären realisiert werden. Dadurch wird eine noch weitergehende Korrektur möglich, wobei die Asphären der Doppelasphäre technisch realisierbar sind.

[0015] Weiterhin hat sich als vorteilhaft herausgestellt, als asphärische Linsenoberflächen der Doppelasphäre asphärische Linsenoberflächen vorzusehen, deren Radius der bestpassendsten sphärischen Linsenoberfläche, mit Hüllradius bezeichnet, sich nur wenig unterscheiden. Vorzugsweise weichen die Kehrwerte der Hüllradien oder Radien der Doppelasphären weniger als 30% voneinander ab. Als Bezugswert wird der Kehrwert des betragsmäßig größeren Radius herangezogen.

[0016] Es hat sich insbesondere als vorteilhaft herausgestellt, daß sich die Scheitelradien der asphärischen Linsenoberflächen der Doppelasphären in bezug auf den betragsmäßig größeren Scheitelradius um weniger als 30% unterscheiden.

[0017] Auf dem Gebiet der Mikrolithographie wird in der Entwicklung das Bestreben verfolgt die Auflösung zu erhöhen. Die Auflösung kann zum einen durch Steigerung der numerischen Apertur, Verwendung von immer kleiner werden Wellenlängen und auch durch Korrektur von auftretenden Abbildungsfehlern gesteigert werden. Für eine Steigerung der bildseitigen numerischen Apertur ist der bildseitig angeordnete letzte Bauch des Objektives zu vergrößern. Problematisch ist jedoch, daß für das Objektiv nur ein fest vorgegebener Bauraum zur Verfügung gestellt werden kann. Um also eine größere numerische Apertur bereitstellen zu können, ist es somit erforderlich in anderen Bereichen des Objektives Bauraum einzusparen.

[0018] Es hat sich nun als vorteilhaft herausgestellt, den für die Steigerung der numerischen Apertur erforderlichen Bauraum durch Verkürzung des ersten Bauches bereitzustellen, wobei durch den ersten Bauches insbesondere die Eingangstelezentrie und die Verzeichnung korrigiert wird. Durch die Maßnahme Doppelasphären einzusetzen, ist es möglich, die Eingangstelezentrie sowie die Verzeichnung mit geringen Mitteln und auf kurzer Distanz korrigieren zu können. Durch die Doppelasphäre wird eine variable Einstellung des Ortes auf kurzer Distanz bereitgestellt, wobei durch die Möglichkeit den Ort variieren zu können, die Verzeichnung korrigiert werden kann. Durch die flexible Beeinflußbarkeit des Winkels kann insbesondere die Eingangstelezentrie korrigiert werden.

[0019] Insbesondere durch den Einsatz einer Doppelasphäre bei einem refraktiven Projektionsobjektiv im Bereich der ersten beiden Linsengruppen, also bis einschließlich zur ersten Linsengruppe negativer Brechkraft, werden bereits Korrekturmittel im Eingangsbereich des Objektives bereitgestellt, so daß die in dem dritten Bauch erforderlichen Korrekturmittel für die Gewährleistung einer gleichbleibenden Abbildungsqualität reduziert sind.

[0020] Weiterhin kann durch Vorsehen einer Doppelasphäre im vorderen Bereich des Objektives, insbesondere bis zur 2. Taille, die Anzahl der Linsen reduziert werden. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten aus.

[0021] Es hat sich zur Verbesserung der Abbildungsqualität bei rein refraktiven Projektionsobjektiven als vorteilhaft herausgestellt asphärischen Linsenoberflächen im vorderen Bereich des Objektives vor der zweiten Taille vorzusehen. So kann beispielsweise bei einer numerischen Apertur von 0,83 die Abweichung von der Wellenfront einer Kugelwelle auf weniger als 6 mλ, bei einem Feld von 8x26 mm<sup>2</sup> bezogen auf 248nm reduziert werden.

[0022] Durch Druckschwankungen des atmosphärischen Druckes können die Abbildungseigenschaften des Objektives verändert werden. Um solche Druckschwankungen zu kompensieren hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, einen Zwischenraum zwischen zwei Linsenoberflächen gezielt mit Druck zu beaufschlagen, so daß Druckänderungen insbesondere des atmosphärischen Druckes ausgeglichen werden können. Weiterhin kann die gezielte Druckbeaufschlagung zur weiteren Verminderung von Abbildungsfehlern genutzt werden.

[0023] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, mindestens eine der Abschlußplatten mit einem Druckmanipulator zu versehen, so daß durch beidseitige Druckbeaufschlagung der jeweiligen Linse bzw. der jeweiligen Platte eine Wölbung der Platte bzw. Linse erzeugt werden kann. So kann bei einer Dreipunktlagerung der Abschlußplatte und Druckbeaufschlagung des Gasraumes gezielt mittels der Durchbiegung der Abschlußplatte die Dreiwelligkeit während des Betriebes korrigiert werden. Mit einer n-Punktlagerung ist somit eine n-Welligkeit korrigierbar.

Durch coaxial angeordnete Aktuatoren, insbesondere Piezos, kann eine in Z-Richtung gerichtete Kraft zur Wölbung der Linse eingeleitet werden, wobei die von den Aktuatoren eingeleitete Kraft auf den Linsenmittelpunkt gerichtet ist.

[0024] Weitere vorteilhafte Maßnahmen sind in weiteren Unteransprüchen beschrieben.

Anhand der folgenden Ausführungsbeispiele wird die Erfindung näher erläutert.

[0025] Es zeigt:

Figur 1: Projektionsbelichtungsanlage;

Figur 2: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 157 nm mit einer numerischen Apertur von 0,8;

Figur 3: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 248 nm mit einer numerischen Apertur von 0,83;

5 Figur 4: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 248 nm mit einer numerischen Apertur von 0,9;

Figur 5: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 193 nm mit der numerischen Apertur 0,85;

10 Figur 6: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 193 nm mit einer numerischen Apertur von 0,9;

Figur 7: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 157nm mit einer numerischen Apertur von 0,9;

Figur 8: Projektionsobjektiv für die Wellenlänge 193 nm mit einer numerischen Apertur von 0,9; und

15 Figur 9: Katadioptrisches Projektionsobjektiv mit Doppelasphäre für die Wellenlänge von 157 nm und mit einer numerischen Apertur von 0,8

[0026] Anhand von Figur 1 wird zunächst der prinzipielle Aufbau einer Projektionsbelichtungsanlage beschrieben. Die Projektionsbelichtungsanlage 1, weist eine Beleuchtungseinrichtung 3 und Projektionsobjektiv 5 auf. Das Projektionsobjektiv 5 umfaßt eine Linsenanordnung 19 mit einer Aperturblende AP, wobei durch die Linsenanordnung 19 eine optische Achse 7 definiert wird. Verschiedene Linsenanordnungen werden nachfolgend anhand der Figuren 2 bis 6 näher erläutert. Zwischen Beleuchtungseinrichtung 3 und Projektionsobjektiv 5 ist eine Maske 9 angeordnet, die mittels eines Maskenhalters 11 im Strahlengang gehalten wird. Solche in der Mikrolithographie verwendete Masken 9 weisen eine Mikrometer-Nanometer Struktur auf, die mittels des Projektionsobjektives 5 bis zu einem Faktor von 10, insbesondere von um den Faktor 4, verkleinert auf eine Bildebene 13 abgebildet wird. In der Bildebene 13 wird ein durch einen Substrathalter 17 positionierte Substrat 15, bzw. ein Wafer, gehalten.

[0027] Die noch auflösbaren minimalen Strukturen hängen von der Wellenlänge  $\lambda$  des für die Beleuchtung verwendeten Lichtes sowie von der bildseitigen numerischen Apertur des Projektionsobjektives 5 ab, wobei die maximal erreichbare Auflösung der Projektionsbelichtungsanlage 1 mit abnehmender Wellenlänge  $\lambda$  der Beleuchtungseinrichtung 3 und mit zunehmender bildseitiger numerischer Apertur des Projektionsobjektives 5 steigt.

[0028] Das in Figur 2 dargestellte Projektionsobjektiv 19 umfaßt sechs Linsengruppen G1 bis G6. Dieses Projektionsobjektiv ist für die Wellenlänge 157 nm ausgelegt. Die erste Linsengruppe G1 wird durch die Linsen L101 bis L103, welche alle Bikonvexlinsen sind, gebildet. Diese erste Linsengruppe weist positive Brechkraft auf. Die letzte Linsenoberfläche dieser Linsengruppe G1, die bildseitig angeordnete ist, ist asphärisiert. Diese Linsenoberfläche wird mit AS 1 bezeichnet. Bei der letzten Linse dieser Linsengruppe G1 handelt es sich um eine bikonvexe Linse, die somit eindeutig der ersten Linsengruppe zuzuordnen ist.

[0029] Die sich an die Linsengruppe G1 anschließende Linsengruppe G2 umfaßt die drei Linsen L104 bis L106, wobei diese Linsengruppe G2 negative Brechkraft aufweist und eine Taille darstellt. Eine objektseitig angeordnete Linsenoberfläche AS2 der Linse L104 ist asphärisch. Weiterhin ist die bildseitig angeordnete Linsenoberfläche der Linse L106 asphärisch. Durch die beiden Linsenoberflächen AS1 und AS2 wird eine Doppelasphäre gebildet.

[0030] Die Linsengruppe G3, die positive Brechkraft aufweist, wird durch die Linsen L107 bis L111 gebildet, wobei die letzte Linsenoberfläche dieser Linsengruppe der Linse L111, die bildseitig angeordnet ist, asphärisiert ist.

[0031] An diese Linsengruppe schließt sich die zweite Linsengruppe G4 negativer Brechkraft an. Diese Linsengruppe G4 wird durch die Linsen L112 bis L115 gebildet.

45 [0032] Die fünfte Linsengruppe G5 mit den Linsen L116 bis L125, die positive Brechkraft aufweist, umfaßt eine Aperturblende AP, die zwischen der Linse L119 und der Linse L120 angeordnet ist.

[0033] Die sechste Linsengruppe G6 wird durch die Linsen bzw. Platten L126 und L127 gebildet. Bei diesem für die Wellenlänge 157 nm mit einer spektrale Bandbreite der Beleuchtungsquelle von 1,5 pm ausgelegte Objektiv sind die Linsen L113 bis L115 und L119 aus Natriumfluorid. Durch den Einsatz von einem zweiten Material, hier Natriumfluorid, können insbesondere chromatische Fehler korrigiert werden. Durch den Einsatz von NaF in der ersten Taille wird der Farbquerfehler wesentlich verringert verringert. Auch der Farblängsfehler wird etwas verringert, wobei durch den Einsatz von NaF in der Linsengruppe G5 der größte Einzelbeitrag zur Korrektur der Farblängsfehler erzielt wird.

50 [0034] Die sich an die Linsengruppe G4 anschließenden positiven Linsen L116 bis L118 der Linsengruppe G5 sind aus Lithiumfluorid. Durch den Einsatz von Lithiumfluorid an dieser Stelle im Objektiv wird insbesondere die monochromatische Korrektur erleichtert, da durch den größeren Dispersionsabstand von Lithium- und Natriumfluorid als von Kalzium- und Natriumfluorid nur kleine Einzelbrechkraft zur Achromatisierung benötigt werden. Der grundsätzliche Aufbau unterscheidet sich aufgrund der speziellen Materialauswahl nicht so bedeutsam von einem chromatischen Objektiv.

[0035] Die beiden nach der Blende angeordneten positiven Linsen sind ebenfalls aus Lithiumfluorid und leisten ebenfalls, wie schon anhand der vor der Blende angeordneten Lithiumlinsen erörtert, einen wichtigen Beitrag zur Korrektur des Farblängsfehlers.

[0036] Die Linse L122, deren beide Oberflächen nahezu im konstantem Abstand zueinander verlaufen, besteht aus Kalziumfluorid. Diese Linse ist sehr bedeutsam für die monochromatische Korrektur und hat nur geringen Einfluß auf den chromatische Längsfehler.

[0037] Die letzten drei Linsen der fünften Linsengruppe G5 L123 bis L125 sind aus Lithiumfluorid. Diese Linsen liefern zwar einen kleineren aber dennoch sehr wertvollen Beitrag zur Korrektur des Farblängsfehlers.

[0038] Die sechste Linsengruppe umfaßt die Linsen bzw. Planplatten L126 und L127, die aus Kalziumfluorid bestehen.

[0039] Dieses Objektiv ist für die Beleuchtung eines Feldes von 8 x 26 mm ausgelegt. Die Baulänge betragt von 0 zu 0' 1000mm. Die numerische Apertur beträgt 0.8. Die genauen Linsendaten sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

[0040] Die asphärischen Flächen werden in allen Ausführungsbeispielen durch die Gleichung:

$$P(h) = \frac{\delta \circ h \circ h}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \circ \delta \circ \delta \circ h \circ h}} + C_1 h^4 + \dots + C_n h^{2n+2} \quad \delta = 1/R$$

beschrieben, wobei P die Pfeilhöhe als Funktion des Radius h (Höhe zur optischen Achse) mit den in den Tabellen angegebenen asphärischen Konstanten  $C_1$  bis  $C_n$  ist R ist der in den Tabellen angegebene Scheitelradius.

[0041] Das in Figur 3 dargestellte Projektionsobjektiv umfaßt sechs Linsengruppen G1 bis G6 mit den Linsen L201 bis L225 und einer geteilten Abschlußplatte L226, L227. Dieses Objektiv ist für die Beleuchtungswellenlänge 248nm ausgelegt. Der für dieses Projektionsobjektiv erforderliche Bauraum beträgt von Objektebene 0 bis Bildebene 0' genau 1000 mm. Bildseitig weist dieses Objektiv eine numerische Apertur von 0,83 auf. Das mittels dieses Projektionsobjektives belichtbare Feld beträgt 8 x 26 mm.

[0042] Die erste Linsengruppe G1 umfaßt die Linsen L201 bis L204, wobei es sich bei den Linsen L201 bis L203 um Bikonvexlinsen handelt.

[0043] Die erste Linse L204 der Linsengruppe G1 weist auf der bildseitigen Linsenoberfläche eine asphärische Form auf. Diese Asphäre wird mit AS bezeichnet.

[0044] Die zweite Linsengruppe G2 umfaßt die drei Linsen L205 bis L207. Diese Linsen weisen bikonkave Form auf, wobei die jeweils zur angrenzenden Linsengruppe gewandte Linsenoberfläche der Linsen L205 und L207 asphärisch sind. Die asphärischen Linsenoberflächen der Linsen L205 wird mit AS2 bezeichnet. Damit wird durch die beiden zueinander gewandten asphärischen Linsenoberflächen AS und AS2 eine Doppelasphäre gebildet. Die letzte Linse der Linsengruppe G2 ist waferseitig asphärisiert.

[0045] Die dritte Linsengruppe umfaßt die Linsen L208 bis L212. Durch diese Linsengruppe G3 wird ein Bauch gebildet. Die Linse L211 ist auf der bildseitigen Linsenoberfläche asphärisiert.

[0046] Die vierte Linsengruppe G4 wird durch die Linsen L213 bis L215 gebildet, die alle bikonkav ausgebildet sind. Diese Linsengruppe G4 ist die zweite Linsengruppe negativer Brechkraft. Durch diese Linsengruppe wird eine Taille gebildet.

[0047] Die Linsengruppe G5 umfaßt die Linsen L216 bis L225. Zwischen den Linsen L218 und L219 ist eine Aperturblende angeordnet. Die Blendenkrümmung beträgt zwischen Randstrahl an der Blende bei einer numerischen Apertur von 0,83 und dem Schnittpunkt des Hauptstrahls mit der optischen Achse 30,9 mm. Durch diese Linsengruppe wird ein Bauch gebildet.

Die sechste Linsengruppe G6 umfaßt die als Planplatten ausgebildeten Linsen L226 und L227.

[0048] Die genauen Linsendaten dieses Projektionsobjektives 19 sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Gegenüber Figur 2 ist die Apertur bei gleichbleibender Baulänge des Objektivs von 00' von 1000mm weiter auf 0,83 bei ausgezeichneter Korrektur gesteigert worden.

[0049] Das in Figur 4 gezeigte Projektionsobjektiv umfaßt sechs Linsengruppen mit den Linsen L301 bis L327. Dieses Objektiv ist für die Beleuchtungswellenlänge 248nm ausgelegt und weist eine numerische Apertur von 0,9 auf.

[0050] Die erste Linsengruppe G1 weist die Linsen L302 bis L303 auf. Diese Linsengruppe weist positive Brechkraft auf, wobei die Brechkraft insbesondere der Linsen L302 bis L303 sehr gering ist. Die Brennweite dieser Linsen beträgt bei L302 1077,874mm und bei L303 -92397,86mm.

[0051] An diese Linsengruppe schließt sich eine Linsengruppe negativer Brechkraft G2 an, die durch die drei Linsen L305 bis L307 gebildet wird. Die erste Linsenoberfläche dieser Linsengruppe G2, die bildseitig angeordnete ist, ist asphärisiert und wird mit AS1 bezeichnet. Die der Linsenoberfläche AS1 zugewandte Linsenoberfläche der Linse L305 ist asphärisiert, so daß durch die Linsenoberflächen AS1 und AS2 eine Doppelasphäre gebildet wird. Zwischen diesen asphärischen Linsenoberflächen AS1 und AS2 ist im Gegensatz zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel ein deutlich

erkennbarer Abstand vorgesehen. Bei dieser Doppelasphäre wird etwas die äquidistante Anordnung der Flächen AS1 und AS2 verlassen und die Doppelasphäre öffnet sich etwas nach außen.

[0052] Die darauffolgende Linsengruppe G3, die positive Brechkraft aufweist, umfaßt die Linsen L308 bis L311. Diese Linsengruppe G3 beinhaltet eine asphärische Linsenoberfläche, wobei diese asphärische Linsenoberfläche bildseitig auf der Linse L311 angeordnet ist.

[0053] Die zweite Linsengruppe negativer Brechkraft G4 umfaßt die Linsen L312 bis L315, wobei die bildseitig angeordnete Linsenoberfläche der Linse L314 asphärisiert ist.

[0054] Die sich anschließende Linsengruppe G5, die positive Brechkraft aufweist, umfaßt die Linsen L316 bis L325. Zwischen den Linsen L319 und L320 ist die Blende AP angeordnet. Die beiden zueinander gewandten Linsenoberflächen der Linsen L321 und L322 sind asphärisch und werden mit AS3 und AS4 bezeichnet. Durch diese Asphären AS3 und AS4 wird eine Doppelasphäre gebildet, wobei durch die Flächen AS1 und AS2 ein Luftraum eingeschlossen wird. Durch diese Doppelasphäre ist insbesondere die sphärische Abberation und die Sinusbedingung bei hohen Aperturen besser entkoppelt und gut zu korrigieren.

[0055] Die sechste Linsengruppe umfaßt die als dicke Planplatten ausgebildeten Linsen L326 und L327. Der durch diese Planplatten gebildete Zwischenraum ist mit Über- und Unterdruck und/oder mit einem Gas zur Kompensation von Schwankungen des atmosphärischen Druckes beaufschlagbar. Für weitergehende Korrekturmöglichkeiten kann es vorgesehen sein, daß mindestens eine der Planplatten mit oder ohne Brechkraft, also auch als Linse deutlich dünner, unter Druckvariation und Punktlagerung n-Welligkeiten kompensiert. Es könnten auch für eine gezielte Deformation der Linse am Außenumfang angreifende Piezoaktoren vorgesehen sein.

[0056] Die Baulänge dieses Objektivs beträgt von Objektebene 0 zu Bildebene 0' 1139,8mm. Die numerische Apertur beträgt bildseitig 0,9 bei einem belichtbaren Feld von 27,2 mm in der Diagonalen. Die genauen Linsendaten sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

[0057] Das in Figur 5 dargestellt Projektionsobjektiv 19 umfaßt sechs Linsengruppen G1 bis G6. Dieses Projektionsobjektiv ist für die Wellenlänge 193nm ausgelegt. Die erste Linsengruppe G1 umfaßt die Linsen L401 bis L404. Bereits die erste, objektseitig angeordnete Linsenoberfläche der Linse L401 ist asphärisiert. Diese Asphäre wirkt sich insbesondere positiv auf Schalenverläufe und Verzeichnung bei guter Eingangstelezentrie aus, weil diese Asphäre an dem Ort angeordnet ist, an dem noch die beste Büscheltrennung bei dem hochaperturigen Lithographieobjektiv existiert.

[0058] Die objektseitig angeordnete Linsenoberfläche der Linse L404 ist asphärisch und wird mit AS1 bezeichnet. Durch diese Linsenoberfläche wird zusammen mit der bildseitig angeordneten Linsenoberfläche der Linse L405, die ebenfalls asphärisch ist und die mit AS2 bezeichnet ist, eine Doppelasphäre gebildet. Diese Doppelasphäre wirkt sich insbesondere positiv auf die Schalenverläufe bei gleichzeitiger guter Korrektur der durch die hohe Apertur bedingten Bildfehler aus. Die Flächen AS1 und AS2 der Doppelasphäre weisen mit zunehmendem radialem Abstand von der optischen Achse einen zunehmenden Abstand in Richtung der optischen Achse auf. Diese sich nach außen öffnende Doppelasphäre stellt ein komplexes Korrekturmittel bei mittlerer Büscheltrennung dar.

[0059] Die Linse L404 gehört bereits der zweiten Linsengruppe, die die Linsen L405 bis L407 umfaßt, an. Diese zweite Linsengruppe weist negative Brechkraft auf.

[0060] Die ersten Linsen L402 bis L405 weisen eine besonders geringe Brechkraft  $f_{L402} = 1397,664\text{mm}$ ,  $f_{L403} = 509,911\text{mm}$ ,  $f_{L404} = 1371,145\text{mm}$  und  $f_{L405} = -342,044\text{mm}$  auf. Eine weitere asphärische Linsenoberfläche ist bildseitig auf der Linse L407 vorgesehen.

[0061] Die darauffolgende Linsengruppe G3, die positive Brechkraft aufweist, umfaßt die Linsen L408 bis L413. Die Linsen L409 weist objektseitig eine asphärische Linsenoberfläche auf und die Linse L413 ist bildseitig mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen. Die Asphäre L413 hat einen positiven Einfluß auf die Koma höherer Ordnung und auf die 45° Strukturen. Der zwischen den Linsen L411 und 412 vorgesehene Luftraum ist nahezu äquidistant.

[0062] Die Linsengruppe G4, die negative Brechkraft aufweist, wird durch die Linsen L414 bis L416 gebildet, wobei die Linse L415 bildseitig eine asphärische Linsenoberfläche aufweist. Diese asphärische Linsenoberfläche wirkt in einer guten Mischung auf apertur- und feldabhängige Bildfehler, insbesondere bei Objektiven mit einer hohen Apertur.

[0063] Die darauffolgende Linsengruppe G5 wird durch die Linsen L417 bis L427 gebildet. Zwischen den Linsen L420 bis L421 ist eine Blende AP angeordnet. Die auf die Blende AP folgende Linsenoberfläche der Linse L422 ist asphärisiert. Mit diese Asphäre wird es möglich die Korrektur der sphärischen Abberation, ohne andere Bildfehler zu beeinflussen, durchgeführt. Dazu ist es aber notwendig bei anwesendheit von deutlicher Blendenkrümmung, daß die asphärische Fläche in den Bereich einer Schiebelblende hineinragt.

[0064] Weiterhin sind die zueinander gewandten Linsenoberflächen der Linsen L423 und L424 die mit AS3 und AS4 bezeichnet werden, asphärisiert. Durch diese nachfolgende Doppelasphäre ist insbesondere eine gute aplanatische Korrektur für höchste numerische Apertur möglich. Es ist also die gleichzeitige Korrektur der sphärischen Abberation und der Erfüllung der Sinusbedingung möglich.

[0065] Die Linsengruppe G6 wird durch die Linsen L428 bis L429, die als Planplatten ausgebildet sind, gebildet. Es kann wiederum vorgesehen sein, daß der Zwischenraum zwischen den planparallelen Platten 428 und 429 mit einem Fluid beaufschlagbar ist.

[0066] Als Linsenmaterial ist Quarzglas vorgesehen, wobei es zur Verminderung der chromatischen Aberration vorgesehen sein kann, daß die Linsen L408 und L409 sowie L413 aus Kalziumfluorid bestehen. Zur Verminderung des Compaction-Effektes aufgrund der hohen Strahlungsbelastung kann es vorgesehen sein, für die kleinere oder für beide planparallelen Platten L428 und L429 als Material Kalziumfluorid vorzusehen. Auffällig ist weiterhin bei diesem Projektionsobjektiv, daß der maximale Durchmesser der Linsengruppe G3 einen größeren maximalen Durchmesser als die Linsengruppe G5 mit 398mm aufweist. Dieses Objektiv ist sehr gut korrigiert und die Abweichung von der Wellenfront einer idealen Kugelwelle ist  $\geq 1,2$  mλ bezogen auf 193nm. Der Abstand zwischen Objektebene 0 und Bildebene 0' beträgt 1188,1 mm und das belichtbare Feld beträgt 8 x 26 mm. Die genauen Linsendaten sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

[0067] Das in Figur 6 dargestellte Projektionsobjektiv umfaßt die Linsengruppen G1 bis G6 mit den Linsen L501 bis L530, wobei für L529 und 530 Planplatten vorgesehen sind. Dieses Projektionsobjektiv ist für die Wellenlänge 193nm ausgelegt und weist eine numerische Apertur von 0,9 auf. Der Abstand zwischen Objektebene 0 und Bildebene 0' beträgt 1174,6 mm. Das belichtbare Feld umfaßt eine Größe von 8 x 26 mm. Makroskopisch betrachtet unterscheidet sich dieses Projektionsobjektiv von dem anhand von Figur 5 beschriebenen Projektionsobjektiv nicht. Wiederum weisen insbesondere die Linsen L502 und L503 geringe Brechkraft auf. Die Linse L510 ist hier, wie auch in dem vorangegangenen anhand von Figur 5 beschriebenen Projektionsobjektivs, insbesondere für die Quadratenkorrektur vorgesehen.

[0068] Abgesehen von den planparallelen Platten L529 und L530 bestehen alle Linsen L501 bis L528 aus Quarzglas. Auch dieses Projektionsobjektiv ist sehr gut korrigiert und die Abweichung von der idealen Wellenfront einer Kugelwelle ist  $< 3,0$  mλ, bezogen auf 193nm. Die Linsen L510, L515, L522 weisen eine geringe Brechkraft auf. Die genauen Linsendaten sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Die Wirkung der asphärischen Flächen entsprechen prinzipiell den anhand von Fig.5 beschriebenen Wirkungen, wobei die Wirkungen aufgrund der höheren numerischen Apertur von 0,9 noch stärker sind.

[0069] Das in Figur 7 für die Wellenlänge 157nm dargestellte Projektionsobjektiv umfaßt sechs Linsengruppen mit den Linsen L601 bis L630 mit den planparallelen Platten L629 und L630. Die Baulänge dieses Projektionsobjektives beträgt von Objektebene 0 bis zur Bildebene 0' 997,8 mm, wobei ein Feld von 7 x 22 mm belichtbar ist. Die numerische Apertur dieses Objektivs beträgt 0,9. Als Linsenmaterial ist Kalziumfluorid vorgesehen. Eine weitere Korrektur von Farbfehlern ist durch den Einsatz von Bariumfluorid als Linsenmaterial für die Linsen L614 bis L617 erreichbar. Die Abweichung von der Wellenfront einer idealen Kugelwelle ist  $< 1,8$  mλ bezogen auf 157nm. Da makroskopisch betrachtet der Aufbau des in Figur 7 dargestellten Projektionsobjektives sich von den anhand von Figur 5 und Figur 6 beschriebenen Projektionsobjektiven nur geringfügig unterscheidet wird, auf die Beschreibung insbesondere auf die Beschreibung zu Figur 5 verwiesen. Die exakten Linsendaten sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

[0070] Das in Figur 8 dargestellte Projektionsobjektiv umfaßt 6 Linsengruppe G1-G6. Die erste Linsengruppe umfaßt die Linsen L701 - L704, wobei die Linse L701 objektseitig und die Linse L704 bildseitig eine asphärische Linsenoberfläche aufweisen. Diese erste Linsengruppe weist nur Linsen positiver Brechkraft auf, die annähernd identischen Durchmessers sind.

[0071] Die darauf folgende zweite Linsengruppe G2, die negative Brechkraft aufweist, umfaßt die Linsen L705 - L708. Die Linse L705 weist auf der der Linse L704 zugewandten Seite eine asphärische Linsenoberfläche auf, mit AS2 bezeichnet. Durch die beiden asphärischen Linsenoberflächen AS1 und AS2 wird eine Doppelasphäre 21 gebildet. Diese Doppelasphäre ist zum Wafer durchgebogen und öffnet sich schwach in radialer Richtung. Weiterhin weist die Linse L708 bildseitig eine asphärische Linsenoberfläche auf.

[0072] Die dritte Linsengruppe G3 mit den Linsen L709 - L714 weist positive Brechkraft auf. Diese Linsengruppe umfaßt zwei asphärische Linsen L710 und L714. Der zwischen den Linsen L712 und L713 ausgebildete Luftspalt weist nahezu konstante Dicke auf.

[0073] Die vierte Linsengruppe G4 umfaßt nur zwei Negativlinsen L715 und L716, durch die eine Taille gebildet wird. Die Linse L715 ist bildseitig mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen.

[0074] Die fünfte Linsengruppe mit den Linsen L717 - L727 weist positive Brechkraft auf. Zwischen der Linse L720 und L721 ist die Blende AP angeordnet. In dieser Linsengruppe ist eine weitere Doppelasphäre 21 vorgesehen, die durch die beiden asphärischen Linsenoberflächen AS3 und AS4 der Linsen L723 und L724 gebildet wird. Weitere asphärische Linsenoberflächen sind auf der Linse L721 objektseitig und auf der Linse L727 bildseitig angeordnet.

[0075] An diese Linsengruppe schließt sich die letzte Linsengruppe G6, die durch die beiden planparallelen Platten L728 und L729 gebildet wird, an. Durch die zueinander gewandten Oberflächen der Planplatten L728 und L729 wird ein Zwischenraum 25, der mit Druck beaufschlagbar ist, gebildet.

[0076] Dieses Projektionsobjektiv ist für die Wellenlänge 193 nm ausgelegt und weist eine numerische Apertur von 0,9 auf. Der Abstand zwischen Objektebene 0 und Bildebene 0 - beträgt 1209,6 mm. Mit diesem Projektionsobjektiv ist ein Feld von 10,5 x 26 mm belichtbar. Die maximale Abweichung von der idealen Wellenfront einer Kugelwelle beträgt 3,0 mλ bezogen auf 193nm. Diese Abweichung wurde mittels dem Programmcode CODE V ermittelt. Die genauen Linsendaten sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

[0077] In Figur 9 ist ein katadioptrisches Projektionsobjektiv das für die Wellenlänge 157 nm ausgelegt ist, dargestellt.

## EP 1 242 843 B1

Mit diesem Projektionsobjektiv ist ein Feld von 22 x 7 mm belichtbar. Die numerische Apertur beträgt 0,8. Bei diesem Projektionsobjektiv bestehen alle Linsen als Kalziumfluorid. Die erste Linse L801 ist bildseitig mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen. Diese Asphäre liefert insbesondere einen wertvollen Beitrag zur Korrektur der Verzeichnung.

[0078] Über den Spiegel SP1 wird die Strahlung umgelenkt und trifft auf die Linse negativer Brechkraft L802. Die darauffolgende Linse L803 ist auf der im Strahlengang bildseitig angeordneten Linsenseite mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen. Diese Asphäre liefert einen besonders wertvollen Beitrag zur Korrektur von der sphärischen Aberration.

[0079] Die von der Linse L803 ausbreitende Strahlung wird an dem Spiegel SP2 zurückreflektiert und passiert die Linsen L803 und L802 in umgekehrter Reihenfolge, bevor sie durch Reflektion am Spiegel SP3 zur Linse L804, die auf einer mit der Linse L801 gemeinsamen optischen Achse angeordnet ist, zugeführt wird. Zwischen dem Spiegel SP3 und L804 entsteht ein Zwischenbild Z1. Die darauffolgenden Linsen L805 und L806 weisen an den zueinander gewandten Oberflächen asphärische Linsenoberflächen AS1 und AS2 auf. Durch diese Asphären wird eine Doppelasphäre gebildet. Weiterhin umfaßt das Objektiv die Linsen L807 - L818 wobei die Linsen L812, L814, L816 und L818 bildseitig mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen sind und die Linse L817 objektseitig mit einer asphärischen Linsenoberfläche versehen ist. Durch die asphärischen Linsenoberflächen der Linsen L816 und L817 wird eine Doppelasphäre gebildet.

Bezugszeichenliste

[0080]

1. Projektionsbelichtungsanlage
3. Belichtungseinrichtung
5. Projektionsobjektiv
7. Optische Achse 9 Maske
11. Maskenhalter
13. Bildebene
15. Substrat, Wafer
17. Substrathalter AP = Aperturblende 19 Linsenanordnung L = Linsen
19. Maximaler Radius
21. Doppelasphären
23. Abstand zwischen asphärischen Linsenoberflächen der Doppelasphären
25. Zwischenraum

TABELLE 1 M1197a

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
0	unendlich	32.000000000	N2	1.00000320	54.410
	unendlich	3.386300000	N2	1.00000320	61.189
L101	331.163350000	17.963900000	CaF2	1.55840983	63.195
	-319.616060000	1.476400000	N2	1.00000320	63.531
L102	766.337390000	17.162600000	CaF2	1.55840983	63.346
	-447.357070000	0.750000000	N2	1.00000320	62.932
L103	308.080750000	26.167800000	CaF2	1.55840983	61.274
	-256.921560000AS	0.781900000	N2	1.00000320	59.279
104	-199.459070000AS	7.000000000	CaF2	1.55840983	59.017
	115.459900000	26.055700000	N2	1.00000320	53.978
L105	-155.555940000	7.000000000	CaF2	1.55840983	54.017
	181.538670000	32.685400000	N2	1.00000320	57.637
L106	-105.047550000	7.623100000	CaF2	1.55840983	59.819
	-6182.626690000AS	16.767300000	N2	1.00000320	74.788
L107	-441.263450000	27.098000000	CaF2	1.55840983	83.940
	-151.990780000	2.318200000	N2	1.00000320	88.568
L108	-613.725250000	45.372400000	CaF2	1.55840983	103.501
	-150.623730000	2.560000000	N2	1.00000320	107.663



# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	L109	1648.391330000	42.538400000	CaF2	1.55840983	119.260
		-255.166800000	2.852600000	N2	1.00000320	120.183
	L110	154.432580000	47.915200000	CaF2	1.55840983	110.475
		1162.400830000	0.929300000	N2	1.00000320	107.883
10	L111	261.100680000	20.383600000	CaF2	1.55840983	98.431
		614.726380000AS	0.867900000	N2	1.00000320	93.917
	L112	359.575500000	7.168800000	CaF2	1.55840983	89.668
		126.930570000	40.754900000	N2	1.00000320	76.782
	L113	-253.190760000	7.000000000	NAF	1.46483148	74.969
		132.038930000	28.180300000	N2	1.00000320	67.606
15	L114	-338.990070000	7.611900000	NAF	1.46483148	67.535
		222.374240000	39.202700000	N2	1.00000320	68.722
	L115	-109.896940000	7.095700000	NAF	1.46483148	69.544
		705.107390000	19.428900000	N2	1.00000320	84.312
20	L116	-706.158480000	29.677100000	LIF	1.47810153	90.890
		-180.715990000	5.740400000	N2	1.00000320	95.248
	L117	1725.475600000	35.904100000	LIF	1.47810153	112.495
		-263.017160000	0.750000000	N2	1.00000320	114.191
	L118	619.827930000	64.044600000	LIF	1.47810153	121.296
		-197.026470000	0.750100000	N2	1.00000320	121.844
25	L119	-195.861770000	7.000000000	NAF	1.46483148	121.626
		-469.620100000	0.750000000	N2	1.00000320	123.300
		unendlich	0.750600000	N2	1.00000320	122.405
30	L120	640.893310000	25.458500000	LIF	1.47810153	123.549
		-1089.937900000	0.980400000	N2	1.00000320	123.525
	L121	322.108140000	34.102200000	LIF	1.47810153	121.602
		-1728.500990000	31.928200000	N2	1.00000320	120.573
	L122	-234.494140000	46.273400000	CaF2	1.55840983	119.587
		-251.236960000	0.974700000	N2	1.00000320	121.785
35	L123	171.211410000	29.502800000	LIF	1.47810153	103.953
		452.301450000	0.887100000	N2	1.00000320	101.542
	L124	126.180740000	28.831400000	LIF	1.47810153	88.565
		223.894010000	0.796800000	N2	1.00000320	83.098
40	L125	132.333150000	25.819300000	LIF	1.47810153	76.140
		477.745080000	6.457300000	N2	1.00000320	70.847
	L126	unendlich	59.682500000	CaF2	1.55840983	69.261
		Unendlich	0.838600000	N2	1.00000320	33.343
45	L127	unendlich	4.000000000	CaF2	1.55840983	32.211
		Unendlich	12.000810000	N2	1.00000320	29.804
	L128	unendlich	0.000000000			13.603

ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0081]

Asphäre der Linse L103

K -0.8141  
C1 -1.93290250e-007  
C2 4.16659320e-011

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

Asphäre der Linse L103

5	C3	-4.77885250e-015
	C4	3.28605790e-019
	C5	-1.03537910e-022
	C6	2.39743010e-026
	C7	0.00000000e+000
10	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L104

15	K	-1.0887
	C1	1.57414760e-008
	C2	1.63099500e-011
	C3	-4.85048550e-015
	C4	9.48501060e-019
20	C5	-2.37918310e-022
	C6	3.60692700e-026
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
25	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L106

30	K	4235.0115
	C1	1.16160120e-007
	C2	-1.37360280e-011
	C3	-1.75181710e-016
	C4	1.56917750e-019
35	C5	-1.57135270e-023
	C6	5.89614270e-028
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
40	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L111

45	K	0.0000
	C1	1.35782560e-009
	C2	-2.31506660e-013
	C3	2.14831120e-017
	C4	-7.84495330e-022
50	C5	-4.23732680e-026
	C6	1.17366430e-031
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
55	C9	0.00000000e+000

[0082] Brechzahl und Wellenlänge sind gegenüber Luft angegeben.

EP 1 242 843 B1

TABELLE 2 M1159a

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 248.38 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	0	unendlich	32.000000000	Luft	0.99998200	54.410
		unendlich	0.750000000	Luft	0.99998200	61.498
	L201	359.203085922	16.544139898	SIO2	1.50837298	62.894
10		-367.814285018	0.750000000	Luft	0.99998200	63.342
	L202	376.906582229	16.424149202	SIO2	1.50837298	63.744
		-370.266896435	0.750000000	Luft	0.99998200	63.552
15	L203	623.868133301	12.000921336	SIO2	1.50837298	62.201
		-558.943539628	4.488271401	Luft	0.99998200	61.489
	L204	-593.881163796	10.597937240	SIO2	1.50837298	60.233
20		-258.275165583AS	1.300130829	Luft	0.99998200	59.503
	L205	-195.528496730AS	7.000000000	SIO2	1.50837298	59.067
		114.970814112	27.465616009	Luft	0.99998200	54.855
25	L206	-150.593037892	7.000000000	SIO2	1.50837298	55.023
		203.788990073	29.227930343	Luft	0.99998200	59.359
	L207	-116.847756998	7.000000015	SIO2	1.50837298	60.888
30		-	26.431412586	Luft	0.99998200	74.043
		1029423.850607139AS				
	L208	-433.333706324	29.900058462	SIO2	1.50837298	89.733
35		-145.855178517	0.750000000	Luft	0.99998200	93.351
	L209	-740.439232493AS	44.983538148	SIO2	1.50837298	108.655
		-155.998681446	0.750000000	Luft	0.99998200	111.280
40	L210	730.369450038	38.596890643	SIO2	1.50837298	120.834
		-339.830855552	0.750000000	Luft	0.99998200	121.150
	L211	159.417768241	52.577878183	SIO2	1.50837298	112.765
45		457732.591606731AS	0.780542469	Luft	0.99998200	110.299
	L212	190.812012094	23.738591831	SIO2	1.50837298	94.787
		115.677643950	40.245663292	Luft	0.99998200	77.717
50	L213	-412.140976525	7.000000000	SIO2	1.50837298	76.256
		151.701098214	27.102188582	Luft	0.99998200	69.619
	L214	-319.487543080	7.000000000	SIO2	1.50837298	69.443
55		236.707933198	42.112032397	Luft	0.99998200	70.193
	L215	-105.934259216	8.769693914	SIO2	1.50837298	71.068
		680.231460994	17.681829203	Luft	0.99998200	88.650
60	L216	-517.056865132	36.235608441	SIO2	1.50837298	91.923
		-185.271735391	0.764865888	Luft	0.99998200	100.651
	L217	2262.402798068	44.431825566	SIO2	1.50837298	119.658
65		-267.329724617	8.198939895	Luft	0.99998200	123.247
	L218	1103.186796189	40.827914599	SIO2	1.50837298	133.839
		-364.593909045	8.280602730	Luft	0.99998200	134.570
70		unendlich	-3.250000000	Luft	0.99998200	133.180
	L219	620.770366318	25.036239346	SIO2	1.50837298	134.241
		-1858.943929157	0.750000000	Luft	0.99998200	134.164
75	L220	329.635686681	40.854820783	SIO2	1.50837298	132.227
		-1181.581276955	31.972595866	Luft	0.99998200	131.156
	L221	-249.799136729	10.000000000	SIO2	1.50837298	130.229
80		6484.262988004	5.619260320	Luft	0.99998200	130.672
	L222	-2574.687141000	38.775298966	SIO2	1.50837298	130.696
		-254.665255526	0.750000000	Luft	0.99998200	130.891

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt						
	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 248.38 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	L223	203.341746230	25.409827006	SIO2	1.50837298	110.728
		463.496973555	0.750000000	Luft	0.99998200	108.517
	L224	118.263098967	37.247858671	SIO2	1.50837298	92.529
		191.067427473	0.753637388	Luft	0.99998200	84.037
	L225	137.671384625	24.859589811	SIO2	1.50837298	78.934
		507.533271700	6.693359054	Luft	0.99998200	74.624
10	L226	unendlich	55.768369688	SIO2	1.50837298	72.833
		unendlich	0.800000000	Luft	0.99998200	35.729
	L227	unendlich	4.000000000	SIO2	1.50837298	34.512
		unendlich	11.999970000	Luft	0.99998200	31.851
15	L228	unendlich	0.000000000		1.00000000	13.602

## ASPHAERISCHE KONSTANTEN

20 [0083]

### Asphäre der Linse L204

	K	-0.7780
25	C1	-1.91000417e-007
	C2	4.02870297e-011
	C3	-5.55434626e-015
	C4	1.68245178e-019
	C5	2.20604311e-023
	C6	8.09599744e-027
30	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

35

### Asphäre der Linse L205

	K	-0.4166
40	C1	5.25344324e-008
	C2	1.26756433e-011
	C3	-5.25489404e-015
	C4	7.04023970e-019
	C5	-1.04520766e-022
	C6	2.06454806e-026
45	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

50

### Asphäre der Linse L207

	K	-2116959451.7820
55	C1	1.25171476e-007
	C2	-1.53794245e-011
	C3	-3.12532578e-016
	C4	2.00967035e-019
	C5	-2.05026124e-023

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

Asphäre der Linse L207

C6 7.81326379e-028

Asphäre der Linse L211

K 0.0000

C1 2.78321477e-009

C2 5.89866335e-014

C3 1.19811527e-017

C4 -7.81165149e-022

C5 1.66111023e-026

C6 -1.60965484e-031

[0084] Brechzahl und Wellenlänge sind in Luft bestimmt worden.

TABELLE 3 M1222a

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 248.380nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
	0	unendlich	32.000000000	L710		54.410
		unendlich	0.750000000	L710		62.206
25	L301'	12444.588054076	17.524945114	SIO2	1.50837298	62.427
		-167.739069307	0.765384867	L710	0.99998200	63.213
	L302	1202.845295516	8.943027554	SIO2	1.50837298	63.724
		-1004.036633539	0.757676170	L710	0.99998200	63.750
	L303	235.865591780	9.298971429	SIO2	1.50837298	63.464
30		231.568686620	24.888929767	L710	0.99998200	62.457
	L304	-148.910928631	11.307968350	SIO2	1.50837298	62.393
		-106.056725042AS	11.531057240	L710	0.99998200	63.087
	L305	-135.467082619AS	7.000000000	SIO2	1.50837298	60.496
35		236.063635384	11.820516442	L710	0.99998200	61.104
	L306	-1613.154189634	7.000000000	SIO2	1.50837298	61.565
		222.732790977	38.103480975	1,710	0.99998200	63.842
	L307	-93.477889742	7.004909948	SIO2	1.50837298	64.855
		10625258.126273967AS	25.183324680	L710	0.99998200	84.949
40	L308	-313.395232213	37.921288357	SIO2	1.50837298	94.853
		-140.728421777	2.422311655	L710	0.99998200	102.129
	L309	-882.714069478AS	62.983288381	SIO2	1.50837298	129.319
		-162.454752849	0.750000000	L710	0.99998200	131.820
45	L310	372.954030958	61.566328910	SIO2	1.50837298	148.956
		-446.221051696	0.750000000	L710	0.99998200	148.766
	L311	159.626550846	68.423222152	SIO2	1.50837298	126.219
		6881.817080351AS	0.754846049	L710	0.99998200	121.302
	L312	1035.238560782	11.490813397	SIO2	1.50837298	116.908
50		181.491627420	22.008897360	L710	0.99998200	97.838
	L313	508.638145894	7.024491847	SIO2	1.50837298	96.444
		144.727315074	42.480962349	L710	0.99998200	85.818-
	L314	-315.769132147	7.000000000	SIO2	1.50837298	85.132
		168.042488686AS	60.840114041	L710	0.99998200	82.384
55	L315	-110.641058959	7.0000000.00	SIO2	1.50837298	82.821
		460.993264759	26.383956624	L710	0.99998200	108.073
	L316	-573.887503383	33.664255268	SIO2	1.50837298	111.503

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 248.380nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5		-189.203245467	0.750000000	L710	0.99998200	115.508
	L317	-4374.531790288	33.200388364	SIO2	1.50837298	144.129
		-365.840916872	0.750000000	L710	0.99998200	146.400
	L318	53-67.437754049	32.001020330	SIO2	1.50837298	162.024
		-556.194479444	0.857496674	L710	0.99998200	163.414
10	L319	1425.923295786	68.540751990	SIO2	1.50837298	172.847
		-318.608860176	8.280602730	L710	0.99998200	173.674
		unendlich	-3.250000000	L710	0.99998200	165.236
	L320	524.088279104	18.000000000	SIO2	1.50837298	164.278
		896.107746530	0.750000000	L710	0.99998200	163.371
15	L321	447.468508944	50.493798307	SIO2	1.50837298	161.574
		-849.886554129	37.700767601	L710	0.99998200	160.560
	L322	-277.232722440	15.000000000	SIO2	1.50837298	159.396
		-359.067701243AS	13.800352685	L710	0.99998200	159.582
20	L323	-283.705002828AS	20.143173981	SIO2	1.50837298	158.903
		-264.293409160	0.750000000	L710	0.99998200	159.923
	L324	182.924856302	28.086938401	SIO2	1.50837298	124.917
		293.542915952	0.750000000	L710	0.99998200	122.192
	L325	138.051507251	29.667601165	SIO2	1.50837298	107.973
25		206.495592035	4.518697859	L710	0.99998200	103.815
	L326	137.608373914	37.703252491	SIO2	1.50837298	93.169
		2008.206929102AS	6.230615100	L710	0.99998200	88.838
	L327	79833.713358573	27.734587521	SIO2	1.50837298	83.516
30		unendlich	5.000000000	L710	0.99998200	62.961
	L328	unendlich	25.000000000	SIO2	1.50837298	52.694
		unendlich	10.000000000	L710	0.99998200	34.137
	L329	unendlich	0.000000000			13.605

L710 = Luft bei 710 Torr = 950 mbar

## ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0085]

40	Asphäre der Linse L304	
	K	-1.5058
	C1	-1.86740544e-007
	C2	3.71500406e-011
45	C3	-8.38153156e-015
	C4	1.06034402e-018
	C5	-7.88993246e-023
	C6	2.81358334e-027
	C7	0.00000000e+000
50	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000
55	Asphäre der Linse L305	
	K	-1.3497
	C1	9.59200710e-008

## EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

Asphäre der Linse L305

5	C2	3.31187872e-011
	C3	-1.02270060e-014
	C4	1.45048880e-018
	C5	-1.18276835e-022
	C6	5.49446108e-027
10	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L307

15	K	-23427671857767355000000000000.0000
	C1	1.13856265e-007
	C2	-9.18910043e-012
	C3	-2.09482944e-016
20	C4	8.75414269e-020
	C5	-6.71659158e-024
	C6	1.94896163e-028
	C7	0.00000000e+000
25	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L311

30	K	0.0000
	C1	1.36987424e-008
	C2	-6.69820602e-013
	C3	2.24912373e-017
35	C4	-5.16548278e-022
	C5	4.05832389e-027
	C6	3.25008659e-032
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
40	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L314

45	K	0.0000
	C1	-3.81602557e-009
	C2	-1.32998252e-012
	C3	0.00000000e+000
50	C4	-3.24422613e-021
	C5	3.55600124e-025
	C6	-2.11130790e-029
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
55	C9	0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L322

K 0.0000  
C1 2.20018047e-011  
C2 -6.06720907e-016  
C3 -1.85544385e-019  
C4 1.99332533e-023  
C5 -1.25615823e-028  
C6 5.72017494e-033  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L323

K 0.0000  
C1 2.59747415e-011  
C2 1.15845870e-015  
C3 2.93792021e-019  
C4 -5.20753147e-024  
C5 5.15087863e-028  
C6 -3.68361393e-033  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L326

K 0.0000  
C1 2.53574810e-008  
C2 1.14136997e-012  
C3 -2.09898773e-016  
C4 1.80771983e-020  
C5 -8.70458993e-025  
C6 1.83743606e-029  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

TABELLE 4 M1450a

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
0	unendlich	32.000000000	L710	0.99998200	54.410
	unendlich	0.700000000	L710	0.99998200	61.369
L401	1072.135967906AS	17.638366552	SIO2	1.56028895	62.176
	-274.850778792	10.038841436	HE	0.99971200	62.804
L402	-195.160258125	9.677862773	S102	1.56028895	62.822
	-159.034954419	15.411706951	HE	0.99971200	63.649
L403	-409.040910955	11.634800854	SIO2	1.56028895	62.424
	-184.929247238	18.878098976	HE	0.99971200	62.549
L404	-86.928681017	9.000000000	SIO2	1.56028895	61.870



EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	-81.003682870AS	3.559685814	HE	0.99971200	63.469
	L405 -105.055795110AS	6.000000000	SIO2	1.56028895	60.375
	-237.059668556	7.135710642	HE	0.99971200	61.325
10	L406 -170.390902140	6.000000000	SIO2	1.56028895	61.152
	179.617978310	40.187039625	HE	0.99971200	64.312
	L407 -108.910057000	6.000000000	SIO2	1.56028895	66.769
15	10000.000000000AS	23.032466424	HE	0.99971200	84.010
	L408 -482.423484275	35.657870541	SIO2	1.56028895	98.271
	-166.024534852	0.712083613	HE	0.99971200	104.636
20	L409 -5301.825985682AS	59.184134830	SIO2	1.56028895	129.868
	-219.603781546	1.964238192	HE	0.99971200	135.616
	L410 -407.514819861	25.000000000	SIO2	1.56028895	141.192
25	-275.650807138	2.073256156	HE	0.99971200	143.933
	L411 812.482278880	41.728126549	SIO2	1.56028895	150.437
	2085.321083022	11.867512800	HE	0.99971200	150.588
30	L412 1989.395979432	66.189720990	SIO2	1.56028895	151.170
	-336.825131023	2.208063283	HE	0.99971200	151.249
	L413 161.751335222	66.140524993	SIO2	1.56028895	121.860
35	-7743.125302019AS	0.732008617	HE	0.99971200	115.257
	L414 2700.830058670	8.000000000	SIO2	1.56028895	112.928
	175.482298866	18.681794864	HE	0.99971200	94.204
40	L415 330.479176880	8.000000000	SIO2	1.56028895	91.933
	215.492418517	37.734500801	HE	0.99971200	86.259
	L416 -263.077268094	6.000000000	SIO2	1.56028895	83.596
45	119.453498304AS	66.406324570	HE	0.99971200	77.915
	L417 -126.431526615	6.000000000	SIO2	1.56028895	80.395
	1627.715124622	24.178532080	HE	0.99971200	96.410
50	L418 -517.066851877	30.987035837	SIO2	1.56028895	105.371
	-242.666474401	0.700000000	HE	0.99971200	113.249
	L419 -737.673536297	30.292644418	SIO2	1.56028895	124.350
55	-270.925750340	0.700000000	HE	0.99971200	128.112
	L420 -1051.979110054	27.301344542	SIO2	1.56028895	137.231
	-363.545320262	0.711035404	HE	0.99971200	139.644
60	L421 914.456821676	50.497126159	SIO2	1.56028895	148.531
	-500.741001160	10.000000000	HE	0.99971200	149.700
	L422 unendlich	-5.000000000	HE	0.99971200	146.693
65	353.826401507AS	22.748234242	SIO2	1.56028895	147.721
	L423 529.864238000	1.376970242	HE	0.99971200	146.294
	422.718681400	57.709521396	SIO2	1.56028895	146.003
70	L424 -733.506899438	31.321473463	HE	0.99971200	143.238
	-261.264462802	15.000000000	SIO2	1.56028895	138.711
	L425 -292.145870649AS	18.942285163	HE	0.99971200	139.089
75	-225.638240671AS	19.098948274	SIO2	1.56028895	136.464
	L426 -230.537827019	0.700000000	HE	0.99971200	138.299
	246.284141218	23.038665896	SIO2	1.56028895	114.892
80	L427 400.381969987	0.704537226	HE	0.99971200	110.931
	131.458744675	28.653621426	SIO2	1.56028895	98.090
	L428 200.500973816	0.708148286	HE	0.99971200	93.130
	139.428371855	36.540725215	SIO2	1.56028895	87.103

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	L429	1188.104646109AS	8.107454155	HE	0.99971200	79.764
		unendlich	25.934594077	CaF2	1.50143563	72.791
	L430	unendlich	5.000000000	L710	0.99998200	54.980
		unendlich	25.000000000	CAF2HL	1.50143563	46.911
	L431	unendlich	10.000000000	L710	0.99998200	29.741
10		unendlich	0.000000000			13.603
	L710 = Luft bei 710 Torr					

## ASPHAERISCHE KONSTANTEN

15 [0086]

Asphäre der Linse L401

	K	0.0000
20	C1	7.64628377e-008
	C2	6.87967706e-013
	C3	6.32367166e-017
	C4	4.65534082e-020
	C5	-1.74760583e-023
25	C6	3.25143184e-027
	C7	-2.97366674e-031
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

30

Asphäre der Linse L404

	K	-1.3306
35	C1	-2.46704917e-007
	C2	1.00943626e-011
	C3	-6.88338440e-015
	C4	1.00927351e-018
	C5	-1.37371749e-022
40	C6	9.94732480e-027
	C7	-6.46127195e-031
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

45

Asphäre der Linse L405

	K	-1.1682
50	C1	8.44108642e-008
	C2	6.67934072e-012
	C3	-5.16053049e-015
	C4	8.51835178e-019
	C5	-9.37525700e-023
	C6	3.80738193e-027
55	C7	-7.58518933e-035
	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L407

K 0.0000  
C1 8.18369639e-008  
C2 -9.75131236e-012  
C3 3.85197305e-016  
C4 1.05024918e-020  
C5 -3.84907914e-024  
C6 3.28329458e-028  
C7 -1.16692413e-032  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L409

K 0.0000  
C1 4.21547093e-009  
C2 -2.05810358e-013  
C3 -2.19266732e-018  
C4 -7.83959176e-023  
C5 6.55613544e-027  
C6 -7.33103571e-032  
C7 -2.15461419e-036  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L413

K 0.0000  
C1 1.39800416e-008  
C2 -1.91505190e-013  
C3 -1.26782008e-017  
C4 9.93778200e-022  
C5 -5.55824342e-026  
C6 1.85230750e-030  
C7 -2.83026055e-035  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L416

K 0.0000  
C1 -1.87949694e-008  
C2 -4.87119675e-012  
C3 -5.90009367e-017  
C4 -5.76749530e-021  
C5 -3.07189672e-025  
C6 4.51160541e-029  
C7 -5.02037364e-033  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L421

K -0.0073  
C1 1.63581145e-010  
C2 -7.80915457e-015  
C3 6.72460331e-021  
C4 5.33479719e-025  
C5 2.82144185e-028  
C6 -6.16219372e-033  
C7 2.37157562e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L424

K 0.0000  
C1 1.28367898e-010  
C2 -1.18938455e-014  
C3 -1.84714219e-019  
C4 4.28587779e-023  
C5 -1.39213579e-027  
C6 2.04883718e-032  
C7 -3.36201584e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L425

K 0.0000  
C1 -2.31584329e-010  
C2 2.47013162e-014  
C3 1.13928751e-018  
C4 -1.24997826e-023  
C5 -9.59653919e-028  
C6 1.46403755e-032  
C7 -1.23684921e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L428

K 0.0000  
C1 2.79193914e-008  
C2 5.72325985e-013  
C3 -1.69156262e-016  
C4 1.45062961e-020  
C5 -7.24157687e-025  
C6 1.59130857e-029  
C7 9.07975701e-035  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

EP 1 242 843 B1

TABELLE 5 M1558a

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	0	unendlich	32.000000000	L710	0.99998200	54.410.
		unendlich	0.700000000	L710	0.99998200	61.800
	L501	1062.826934956AS	17.734965551	SIO2	1.56028895	62.680
10		-280.649155373	9.921059017	HE	0.99971200	63.358
	L502	-198.612797944	9.733545477	SIO2	1.56028895	63.454
		-157.546275141	15.417407860	HE	0.99971200	64.281
	L503	-400.277413338	11.803054495	SIO2	1.56028895	63.163
		-182.515287485	19.059582585	HE	0.99971200	63.316
15	L504	-86.486413985	9.000000000	SIO2	1.56028895	62.723
		-79.976798205AS	3.314115561	HE	0.99971200	64.356
	L505	-102.262183494AS	6.000000000	SIO2	1.56028895	61.260
		-275.242312561	7.844485351	HE	0.99971200	62.494
	L506	-191.274205909	6.000000000	SIG2	1.56028895	62.450
20		180.723494008	40.175681177	HE	0.99971200	65.811
	L507	-108.539011643	6.000000000	SIO2	1.56028895	67.752
		10000.000000000AS	23.009626916	HE	0.99971200	86.379
	L508	-481.040730284	35.657298256	SIO2	1.56028895	100.931
		-165.828518942	0.700000000	HE	0.99971200	106.719
25	L509	-5243.952853546AS	59.233771719	SIO2	1.56028895	134.666
		-218.541408733	2.123657562	HE	0.99971200	139.441
	L510	-402.136827778	25.000000000	SIO2	1.56028895	145.856
		-276.854279724	1.637353303	HE	0.99971200	148.618
	L511	796.304534481	36.805305429	SIO2	1.56028895	156.741
30		2360.950907095	10.808883416	HE	0.99971200	157.059
	L512	2256.926430541	60.789786196	SIO2	1.56028895	157.684
		-336.450738373	0.801676910	HE	0.99971200	157.856
	L513	161.617552542	66.152351274	SIO2	1.56028895	125.624
		-6835.350709889AS	0.744366824	HE	0.99971200	121.362
35	L514	2851.162473443	8.000000000	SIO2	1.56028895	118.726
		173.208226906	18.750820117	HE	0.99971200	97.559
	L515	318.351302869	8.000000000	SIO2	1.56028895	95.703
		214.643166184	38.151364608	HE	0.99971200	89.760
	L516	-261.549915460	6.000000000	SIO2	1.56028895	88.331
40		119.510683982AS	66.550546342	HE	0.99971200	82.116
	L517	-126.322271364	6.000000000	SIO2	1.56028895	83.464
		1722.207555551	24.185704173	HE	0.99971200	102.415
	L518	-506.819064828	30.988960270	SIO2	1.56028895	111.113
		-242.042046428	0.700000000	HE	0.99971200	118.861
45	L519	-728.789614455	30.297084361	SIO2	1.56028895	132.704
		-269.518093553	0.700000000	HE	0.99971200	135.576
	L520	-1024.754284774	27.306923440	SIO2	1.56028895	147.201
		-361.037355343	0.700000000	HE	0.99971200	149.061
	L521	929.096482269	49.082091976	SIO2	1.56028895	161.109
50		-497.886578908	15.000000000	HE	0.99971200	161.854
		unendlich	-10.000000000	HE	0.99971200	158.597
	L522	352.973470359AS	22.735479730	SIO2	1.56028895	159.957
		529.864238000	1.119499649	HE	0.99971200	158.688
	L523	422.718681400	57.532074113	SIO2	1.56028895	158.278

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5		-733.230538894	37.317449332	HE	0.99971200	156.533
	L524	-261.165349728	15.000000000	SIO2	1.56028895	155.119
		-292.119447959AS	18.962883498	HE	0.99971200	156.043
	L525	-226.263316842AS	19.009003051	SIO2	1.56028895	155.000
		-231.163516914	0.700000000	HE	0.99971200	157.710
10	L526	245.306778718	23.024380018	SIO2	1.56028895	124.547
		403.694577141	0.700000000	HE	0.99971200	121.262
	L527	132.188567375	28.647981266	SIO2	1.56028895	10.4.696
		199.679919884 4	0.700019350	HE	0.99971200	101.254
	L528	138.967602414	36.537553325	SIO2	1.56028895	93.617
15		1194.093826692AS	8.108769689	HE	0.99971200	89.148
	L529	unendlich	25.923824338	CaF2	1.50143563	82.715
		unendlich	5.000000000	L710	0.99998200	63.301
	L530	unendlich	25.000000000	CaF2	1.50143563	52.976
20		unendlich	10.000000000	L710	0.99998200	34.253
	L531	unendlich	0.000000000			13.603

L710 = Luft bei 710 Torr

## ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0087]

### Asphäre der Linse L501

30	K	0.0000
	C1	7.79889739e-008
	C2	5.96475035e-013
	C3	5.73397945e-017
	C4	5.38600405e-020
35	C5	-2.08145188e-023
	C6	4.05094979e-027
	C7	-3.79132983e-031
	C8	0.00000000e+000
40	C9	0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L504

45	K	-1.3308
	C1	-2.46633450e-007
	C2	1.00446806e-011
	C3	-7.00686898e-015
	C4	9.90840734e-019
50	C5	-1.31781718e-022
	C6	9.28901869e-027
	C7	-6.52628587e-031
	C8	0.00000000e+000
55	C9	0.00000000e+000

## EP 1 242 843 B1

### Asphäre der Linse L505

K -1.1513  
C1 8.27765089e-008  
C2 7.00992841e-012  
C3 -5.19825762e-015  
C4 8.12467102e-019  
C5 -8.31805913e-023  
C6 2.18925711e-027  
C7 1.11778799e-031  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L507

K 0.0000  
C1 8.22829380e-008  
C2 -9.72735758e-012  
C3 3.85643753e-016  
C4 1.01114314e-020  
C5 -3.91221853e-024  
C6 3.39732781e-028  
C7 -1.20135313e-032  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L509

K 0.0000  
C1 9.14637283e-009  
C2 -2.13253257e-013  
C3 -2.08003643e-018  
C4 -7.83152213e-023  
C5 5.30015388e-027  
C6 -2.59321154e-033  
C7 -3.37000758e-036  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L513

K 0.0000  
C1 1.39567662e-008  
C2 -2.05760928e-013  
C3 -1.29919990e-017  
C4 1.00302455e-021  
C5 -5.58828742e-026  
C6 1.79594589e-030  
C7 -2.49374487e-035  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L516

K 0.0000  
C1 -1.82058286e-008  
C2 -4.87410470e-012  
C3 -5.89919068e-017  
C4 -4.04061992e-021  
C5 -6.60202054e-025  
C6 9.31855676e-029  
C7 -7.48573635e-033  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L522

K -0.0071  
C1 1.64455895e-010  
C2 -7.76483415e-015  
C3 8.29256873e-021  
C4 -5.46990406e-025  
C5 3.42070772e-028  
C6 -8.24545949e-033  
C7 2.57783363e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L524

K 0.0000  
C1 1.18780021e-010  
C2 -1.18823445e-014  
C3 -1.80162246e-019  
C4 4.08343213e-023  
C5 -1.42735407e-027  
C6 2.34804331e-032  
C7 -3.79018523e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L525

K 0.0000  
C1 -2.15560895e-010  
C2 2.44929281e-014  
C3 1.12359306e-018  
C4 -1.29749910e-023  
C5 -1.00106399e-027  
C6 1.88165471e-032  
C7 -2.01557723e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000



# EP 1 242 843 B1

Asphäre der Linse L528

K 0.0000  
C1 2.73896476e-008  
C2 6.17281255e-013  
C3 -1.75474902e-016  
C4 1.56329449e-020  
C5 -8.82259694e-025  
C6 2.92948124e-029  
C7 -4.01055770e-034  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

TABELLE 6 M1587a

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157.629nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
20	0	unendlich	N2	1.00031429	46.200
		unendlich	N2	1.00031429	52.673
	L601	900.198243311AS	CaF2	1.55929035	53.454
		-235.121108435	N2	1.00031429	54.049
25	L602	-167.185917779	CaF2	1.55929035	54.178
		-132.673519510	N2	1.00031429	54.901
	L603	-333.194588652	CaF2	1.55929035	53.988
		-155.450516203	N2	1.00031429	54.132
	L604	-73.572316296	CaF2	1.55929035	53.748
30		-68.248613899AS	N2	1.00031429	55.167
	L605	-86.993585564AS	CaF2	1.55929035	52.580
		-238.150965327	N2	1.00031429	53.729
	L606	-165.613920870	CaF2	1.55929035	53.730
		153.417884485	N2	1.00031429	56.762
35	L607	-92.061009990	CaF2	1.55929035	58.081
		8491.086261873AS	N2	1.00031429	74.689
	L608	-407.131300451	CaF2	1.55929035	87.291
		-140.620317156	N2	1.00031429	91.858
40	L609	-4831.804853654AS	CaF2	1.55929035	117.436
		-192.197373609	N2	1.00031429	121.408
	L610	-367.718684892	CaF2	1.55929035	127.704
		-233.628547894	N2	1.00031429	129.305
	L611	709.585855080	CaF2	1.55929035	137.016
45		1238.859445357	N2	1.00031429	137.428
	L612	1205.457051945	CaF2	1.55929035	138.288
		-285.321880705	N2	1.00031429	138.379
	L613	137.549591710	CaF2	1.55929035	108.652
50		-4380.301012978AS	N2	1.00031429	106.138
	L614	2663.880214408	CaF2	1.55929035	103.602
		149.184979730	N2	1.00031429	84.589
	L615	281.093108064	CaF2	1.55929035	83.373
		184.030288413	N2	1.00031429	77.968
55	L616	-222.157416308	CaF2	1.55929035	77.463
		101.254238115AS	N2	1.00031429	71.826
	L617	-106.980638018	CaF2	1.55929035	72.237

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157.629nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5		1612.305471130	N2	1.00031429	89.760
	L618	-415.596135628	CaF2	1.55929035	96.803
		-204.680044631	N2	1.00031429	103.409
	L619	-646.696622394	CaF2	1.55929035	116.636
		-231.917626896	N2	1.00031429	118.569
	L620	-790.657607677	CaF2	1.55929035	128.806
10		-294.872053725	N2	1.00031429	130.074
	L621	786.625567756	CaF2	1.55929035	141.705
		-431.247283013	N2	1.00031429	142.089
		unendlich	N2	1.00031429	134.586
	L622	295.022653593AS	CaF2	1.55929035	139.341
		449.912291916	N2	1.00031429	137.916
15	L623	358.934076212	CaF2	1.55929035	136.936
		-622.662988878	N2	1.00031429	135.288
	L624	-224.404889753	CaF2	1.55929035	134.760
20		-251.154571510AS	N2	1.00031429	134.853
	L625	-193.582989843AS	CaF2	1.55929035	134.101
		-198.077570749	N2	1.00031429	136.109
25	L626	206.241795157	CaF2	1.55929035	101.240
		338.140581666	N2	1.00031429	97.594
	L627	111.017549581	CaF2	1.55929035	85.023
		169.576109839	N2	1.00031429	81.164
	L628	117.982165264	CaF2	1.55929035	75.464
		921.219058213AS	N2	1.00031429	69.501
30	L629	unendlich	CaF2	1.55929035	63.637
		unendlich	N2	1.00031429	48.606
	L630	unendlich	CaF2	1.55929035	41.032
35		unendlich	N2	1.00031429	26.698
		unendlich		1.00000000	11.550

[0088] Wellenlänge und Brechzahl sind gegenüber Vakuum angegeben.

## 40 ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0089]

Asphäre der Linse L601

45	K	0.0000
	C1	1.28594437e-007
	C2	8.50731836e-013
	C3	1.16375620e-016
	C4	2.28674275e-019
	C5	-1.23202729e-022
50	C6	3.32056239e-026
	C7	-4.28323389e-030
	C8	0.00000000e+000
55	C9	0.00000000e+000

## EP 1 242 843 B1

### Asphäre der Linse L604

K -1.3312  
C1 -4.03355456e-007  
C2 2.25776586e-011  
C3 -2.19259878e-014  
C4 4.32573397e-018  
C5 -7.92477159e-022  
C6 7.57618874e-026  
C7 -7.14962797e-030  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L605

K -1.1417  
C1 1.33637337e-007  
C2 1.56787758e-011  
C3 -1.64362484e-014  
C4 3.59793786e-018  
C5 -5.11312568e-022  
C6 1.70636633e-026  
C7 1.82384731e-030  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L607

K 0.0000  
C1 1.34745120e-007  
C2 -2.19807543e-011  
C3 1.20275881e-015  
C4 4.39597377e-020  
C5 -2.37132819e-023  
C6 2.87510939e-027  
C7 -1.42065162e-031  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L609

K 0.0000  
C1 6.85760526e-009  
C2 -4.84524868e-013  
C3 -6.28751350e-018  
C4 -3.72607209e-022  
C5 3.25276841e-026  
C6 -4.05509974e-033  
C7 -3.98843079e-035  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L613

K 0.0000  
 C1 2.24737416e-008  
 C2 -4.45043770e-013  
 C3 -4.10272049e-017  
 C4 4.31632628e-021  
 C5 -3.27538237e-025  
 C6 1.44053025e-029  
 C7 -2.76858490e-034  
 C8 0.00000000e+000  
 C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L616

K 0.0000  
 C1 -2.83553693e-008  
 C2 -1.12122261e-011  
 C3 -2.05192812e-016  
 C4 -1.55525080e-020  
 C5 -4.77093112e-029  
 C6 8.39331135e-028  
 C7 -8.97313681e-032  
 C8 0.-00000000e+000  
 C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L622

K 0.0421  
 C1 7.07310826e-010  
 C2 -2.00157185e-014  
 C3 -9.33825109e-020  
 C4 1.27125854e-024  
 C5 1.94008709e-027  
 C6 -6.11989858e-032  
 C7 2.92367322e-036  
 C8 0.00000000e+000  
 C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L624

K 0.0000  
 C1 3.02835805e-010  
 C2 -3.90484062e-014  
 C3 -3.22339189e-019  
 C4 1.64516979e-022  
 C5 -8.51268614e-027  
 C6 2.09276792e-031  
 C7 -4.74605669e-036  
 C8 0.00000000e+000  
 C9 0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L625

K	0.0000
C1	-3.99248993e-010
C2	5.79276562e-014
C3	3.53241478e-018
C4	-4.57872308e-023
C5	-6.29695208e-027
C6	1.57844931e-031
C7	-2.19266130e-036
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L628

K	0.0000
C1	4.40737732e-008
C2	1.52385268e-012
C3	-5.44510329e-016
C4	6.32549789e-020
C5	-4.58358203e-024
C6	1.92230388e-028
C7	-3.11311258e-033
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

TABELLE 7 M1630a

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
0	unendlich	32.989007360	L710	09998200	56.080
	unendlich	2.050119724	L710	09998200	63.700
L701	1292.577885893AS	17.083079028	SIO2	15028895	64.846
	-320.912994055	6.356545111	HE	099971200	65.549
L702	-222.076099367	9.996105426	SIO2	15028895	65.651
	-173.186007383	14.918724377	HE	099971200	66.515
L703	-465.289541055	12.849128877	SIO2	15028895	65.892
	-190.575077708	24.825544140	HE	099971200	66.089
L704	-88.003869940	9.278158320	SIO2	15028895	64.773
	-80.342454766AS	3.110021891	HE	099971200	66.529
L705	-104.692897461AS	6.185438880	SIO2	15028895	63.593
	687.929853355	8.052826671	HE	099971200	65.986
L706	-4211.039282601	6.185438880	SIO2	15028895	66.833
	191.063416206	42.178241931	HE	099971200	69.389
L707	-115.620656932	6.185438880	SIO2	15028895	71.596
	10919.608812170AS	23.544585745	HE	099971200	91.649
L708	-462.245785462	36.857934334	SIO2	15028895	105.419
	-166.710127403	0.922637637	HE	099971200	110.921
L709	-2362.175430424AS	61.803635845	SIO2	15028895	140.744
	-209.701792909	1.020714627	HE	099971200	144.651
L710	-389.602200799	25.772662000	SIO2	15028895	151.693
	-307.008965979	0.721634536	HE	099971200	156.014

EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

	LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 193.304nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	L711	629.229001456	46.511934207	SIO2	1502885	167.044
		-859.369679090	24.151857437	HE	09971200	167.077
	L712	-877.205712077	30.754166393	SIO2	1502885	164.429
		-357.572652646	4.953800031	HE	09971200	164.440
10	L713	168.111512940	68.382989629	SIO2	1502885	129.450
		unendlich	0.000000000	HE	09971200	125.021
	L714	unendlich	8.247251840	SIO2	1502885	125.021
		149.672876100AS	23.428435757	HE	09971200	98.369
15	L715	167.316121704	0.000000000	SIO2	1502885	92.117
		167.316121704	46.368104843	HE	09971200	92.117
	L716	-276.014955570	6.185438880	SIO2	1502885	90.583
		122.032488640AS	68.057116286	HE	09971200	84.260
20	L717	-131.026926440	6.185438880	SIO2	1502885	85.665
		1443.442379280	24.936997937	HE	09971200	105.177
	L718	-570.720178737	31.985422479	SIO2	1502885	114.725
		-251.966065824	0.742435413	HE	09971200	122.318
25	L719	-792.022948046	31.395737994	SIO2	1502885	136.726
		-284.699402375	0.732480789	HE	09971200	139.887
	L720	-1399.992577177	28.528105133	SIO2	1502885	152.678
		-405.074653331	0.721634536	HE	09971200	154.617
30	L721	969.181518515	52.876050649	SIO2	1502885	166.429
		-498.113891823	15.463597200	HE	09971200	167.335
		unendlich	-10.309064800	HE	09971200	163.661
	L722	369.912797108AS	22.457291722	SIO2	1502885	164.702
35		546.240476474	0.759815621	HE	09971200	163.421
	L723	435.783427872	59.712335014	SIO2	1502885	163.043
		-757.138748183	38.604277894	HE	09971200	161.173
	L724	-268.662949002	15.463597200	SIO2	1502885	159.696
40		-299.983850179AS	20.130367113	HE	09971200	160.684
	L725	-232.880394011AS	19.892839003	SIO2	1502885	159.263
		-238.077482924	0.721634536	HE	09971200	162.099
	L726	238.488298578	23.631362631	SIO2	1502885	127.621
45		378.766536032	0.721634536	HE	09971200	124.291
	L727	136.105324171	29.608483074	SIO2	1502885	108.001
		205.107042559	0.785819222	HE	0.9997.1200	104.429
	L728	143.303538802	37.757018324	SIO2	1502885	96.584
50		1247.979376087AS	8.449273703	HE	09971200	91.946
	L729	unendlich	26.717587971	CaF2	150143553	85.145
		unendlich	5.154532400	L710	09998200	65.152
	L730	unendlich	25.772662000	CaF2	150143553	54.537
55		unendlich	10.309064800	L710	09998200	35.251
	L731	unendlich			00000000	14.020

L710 = Luft bei 710 Torr

ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0090]

## EP 1 242 843 B1

### Asphäre der Linse L701

K 0.0000  
C1 6.70377274e-008  
C2 6.84099199e-013  
C3 1.05733405e-016  
C4 3.37349453e-020  
C5 -7.15705547e-024  
C6 5.09786203e-028  
C7 -6.46970874e-033  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L704

K -1.3610  
C1 -2.19369509e-007  
C2 7.67800088e-012  
C3 -6.07796875e-015  
C4 7.90645856e-019  
C5 -9.11112500e-023  
C6 5.68885354e-027  
C7 -4.26463481e-031  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L705

K -1.2060  
C1 8.09444891e-008  
C2 4.80824558e-012  
C3 -4.20373603e-015  
C4 5.60648644e-019  
C5 -4.51520330e-023  
C6 1.54505188e-027  
C7 5.00741161e-032  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L707

K 0.0000  
C1 7.63455153e-008  
C2 -8.56292259e-012  
C3 3.01669569e-016  
C4 9.61573017e-021  
C5 -2.67588216e-024  
C6 2.05728418e-028  
C7 -6.45595651e-033  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L709

K 0.0000  
C1 3.23214391e-009  
C2 -1.67326019e-013  
C3 -4.26702152e-019  
C4 -5.66712884e-023  
C5 -1.24256704e-028  
C6 1.64124726e-031  
C7 -4.41379927e-036  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L714

K 0.0000  
C1 -1.63753926e-009  
C2 2.54837542e-013  
C3 8.79430055e-018  
C4 9.19127213e-022  
C5 -7.01950932e-026  
C6 1.17918461e-029  
C7 -8.74308763e-034  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L716

K 0.0000  
C1 -1.54725313e-008  
C2 -4.26275476e-012  
C3 -1.01484275e-016  
C4 8.37843426e-022  
C5 -1.29202167e-024  
C6 1.71820044e-028  
C7 -1.05335330e-032  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L722

K -0.0331  
C1 2.56540619e-011  
C2 -6.98183157e-015  
C3 7.92101859e-021  
C4 -5.85807569e-025  
C5 2.42288782e-028  
C6 -5.79467899e-033  
C7 1.63689132e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000



# EP 1 242 843 B1

## Asphäre der Linse L724

K 0.0000  
C1 8.90820785e-011  
C2 -1.06772804e-014  
C3 -1.68281363e-019  
C4 3.04828021e-023  
C5 -1.01185483e-027  
C6 1.61617917e-032  
C7 -2.40582729e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L725

K 0.0000  
C1 -1.97757640e-010  
C2 2.05110497e-014  
C3 8.96864099e-019  
C4 -9.85543257e-024  
C5 -7.12993590e-028  
C6 1.30146671e-032  
C7 -1.36102788e-037  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## Asphäre der Linse L728

K 0.0000  
C1 2.55097376e-008  
C2 5.47467657e-013  
C3 -1.43568713e-016  
C4 1.17677649e-020  
C5 -5.95320448e-025  
C6 1.71763367e-029  
C7 -1.94556007e-034  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

TABELLE 8 L61

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157.13 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
0	unendlich	34.000000000		1.00000000	82.150
	unendlich	0.100000000		1.00000000	87.654
L801	276.724757380	40.000000000	CaF2	1.55970990	90.112
	1413.944109416AS	95.000000000		1.00000000	89.442
SP1	unendlich	11.000000000		1.00000000	90.034
	unendlich	433.237005445		1.00000000	90.104
L802	-195.924336384	17.295305525	CaF2	1.55970990	92.746
	-467.658808527	40.841112468		1.00000000	98.732
L803	-241.385736441	15.977235467	CaF2	1.55970990	105.512

# EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

LINSEN	RADIEN	DICKEN	GLÄSER	BRECHZAHL BEI 157.13 nm	1/2 FREIER DURCHMESSER
5	-857.211727400AS	21.649331094		1.00000000	118.786
	SP2 unendlich	0.000010000		1.00000000	139.325
	253.074839896	21.649331094		1.00000000	119.350
10	L803' 857.211727400AS	15.977235467	CaF2	1.55970990	118.986
	241.385736441	40.841112468		1.00000000	108.546
	L802' 467.658808527	17.295305525	CaF2	1.55970990	102.615
15	195.924336384	419.981357165		1.00000000	95.689
	SP3 unendlich	6.255658280		1.00000000	76.370
	unendlich	42.609155219		1.00000000	76.064
20	Z1 unendlich	67.449547115		1.00000000	73.981
	L8.04 432.544479547	37.784311058	CaF2	1.55970990	90.274
	-522.188532471	113.756133662		1.00000000	92.507
25	L805 -263.167605725	33.768525968	CaF2	1.55970990	100.053
	-291.940616829AS	14.536591424		1.00000000	106.516
	L806 589.642961222AS	20.449887046	CaF2	1.55970990	110.482
30	-5539.698828792	443.944079795		1.00000000	110.523
	L807 221.780582003	9.000000000	CaF2	1.55970990	108.311
	153.071443064	22.790060084		1.00000000	104.062
35	L808 309.446967518	38.542735318	CaF2	1.55970990	104.062
	-2660.227900099	0.100022286		1.00000000	104.098
	L809 23655.354584194	12.899131182	CaF2	1.55970990	104.054
40	-1473.189213176	9.318886362		1.00000000	103.931
	L810 -652.136459374	16.359499814	CaF2	1.55970990	103.644
	-446.489459129	0.100000000		1.00000000	103.877
45	L811 174.593507050	25.900313780	CaF2	1.55970990	99.267
	392.239615259AS	14.064505431		1.00000000	96.61.0
	unendlich	2.045119392		1.00000000	96.552
50	L812 7997.306838492	16.759051656	CaF2	1.55970990	96.383
	318.210831711	8.891640764		1.00000000	94.998
	L813 428.724465129	41.295806263	CaF2	1.55970990	95.548
55	3290.097860119AS	7.377912006		1.00000000	95.040
	L814 721.012739719	33.927118706	CaF2	1.55970990	95.443
	-272.650872353	6.871397517		1.00000000	95.207
60	L815 131.257556743	38.826450065	CaF2	1.55970990	81.345
	632.112566477AS	4.409527396		1.00000000	74.847
	L816 342.127616157AS	37.346293509	CaF2	1.55970990	70.394
65	449.261078744	4.859754445		1.00000000	54.895
	L817 144.034814702	34.792179308	CaF2	1.55970990	48.040
	-751.263321098AS	11.999872684		1.00000000	33.475
70	0' unendlich	0.000127776		1.00000000	16.430

ASPHAERISCHE KONSTANTEN

[0091]

Asphäre der Linse L801

K 0.0000  
C1 4.90231706e-009  
C2 3.08634889e-014

## EP 1 242 843 B1

Tabelle fortgesetzt

Asphäre der Linse L801

5	C3	-9.53005325e-019
	C4	-6.06316417e-024
	C5	6.11462814e-028
	C6	-8.64346302e-032
	C7	0.00000000e+000
10	C8	0.00000000e+000
	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L803

15	K	0.0000
	C1	-5.33460884e-009
	C2	9.73867225e-014
	C3	-3.28422058e-018
	C4	1.50550421e-022
20	C5	0.00000000e+000
	C6	0.00000000e+000
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
25	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L803

30	K	0.0000
	C1	5.33460884e-009
	C2	-9.73867225e-014
	C3	3.28422058e-018
	C4	-1.50550421e-022
35	C5	0.00000000e+000
	C6	0.00000000e+000
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
40	C9	0.00000000e+000

Asphäre der Linse L805

45	K	0.0000
	C1	2.42569449e-009
	C2	3.96137865e-014
	C3	-2.47855149e-018
	C4	7.95092779e-023
50	C5	0.00000000e+000
	C6	0.00000000e+000
	C7	0.00000000e+000
	C8	0.00000000e+000
55	C9	0.00000000e+000

## EP 1 242 843 B1

### Asphäre der Linse L806

K 0.0000  
C1 -6.74111232e-009  
C2 -2.57289693e-014  
C3 -2.81309020e-018  
C4 6.70057831e-023  
C5 5.06272344e-028  
C6 -4.81282974e-032  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L811

K 0.0000  
C1 2.28889624e-008  
C2 -1.88390559e-014  
C3 2.86010656e-017  
C4 -3.18575336e-021  
C5 1.45886017e-025  
C6 -1.08492931e-029  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L813

K 0.0000  
C1 3.40212872e-008  
C2 -1.08008877e-012  
C3 4.33814531e-017  
C4 -7.40125614e-021  
C5 5.66856812e-025  
C6 0.00000000e+000  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L815

K 0.0000  
C1 -3.15395039e-008  
C2 4.30010133e-012  
C3 3.11663337e-016  
C4 -3.64089769e-020  
C5 1.06073268e-024  
C6 0.00000000e+000  
C7 0.00000000e+000  
C8 0.00000000e+000  
C9 0.00000000e+000

## EP 1 242 843 B1

### Asphäre der Linse L816

K	0.0000
C1	-2.16579623e-008
C2	-6.67182801e-013
C3	4.46519932e-016
C4	-3.71571535e-020
C5	0.00000000e+000
C6	0.00000000e+000
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

### Asphäre der Linse L817

K	0.0000
C1	2.15121397e-008
C2	-1.65301726e-011
C3	-5.03883747e-015
C4	1.03441815e-017
C5	-6.29122773e-021
C6	1.44097714e-024
C7	0.00000000e+000
C8	0.00000000e+000
C9	0.00000000e+000

## Patentansprüche

1. Projektionsobjektiv mit einer Objektebene 0 und mit einer Bildebene 0' mit einer Mehrzahl an Linsen, wobei mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Linsenoberflächen asphärisch sind, die im folgenden als Doppelasphäre bezeichnet werden, die Doppelasphäre in einem Abstand von mindestens dem maximalen Linsendurchmesser (D2) des Objektivs von der Bildebene 0' beabstandet angeordnet ist **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (23) zwischen den asphärischen Linsenoberflächen der Doppelasphäre (21) kleiner als der halbe Linsendurchmesser des gemittelten Linsendurchmessers der Doppelasphäre (21) ist, und dass mittels der Doppelasphären (21) eine numerische Apertur von mindestens 0,8 bereit gestellt wird.
2. Projektionsobjektiv nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es refraktiv ist und mindestens fünf Linsengruppen (G1 - G5) enthält.
3. Projektionsobjektiv nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei der Linsengruppen negative Brechkraft haben und mindestens eine dieser Linsengruppen negativer Brechkraft nur zwei Linsen negativer Brechkraft umfasst.
4. Projektionsobjektiv nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch die zweite Linsengruppe negativer Brechkraft maximal zwei Linsen negativer Brechkraft aufweist.
5. Projektionsobjektiv nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der zweiten Taille eine asphärische Linsenoberfläche angeordnet ist.

6. Projektionsobjektiv nach Anspruch 4 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in einer Linsengruppe (G5) positiver Brechkraft, in der eine Blende (AP) angeordnet ist, mindestens eine Linse  
(L720, L722, L723) mit einer asphärischen Linsenoberfläche vorgesehen ist.
7. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die asphärische Linsenoberflächen (AS1 und AS2, AS3 und AS4) auf verschiedenen Linsen (L) angeordnet sind.
8. Projektionsobjektiv nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
alle asphärischen Linsen (L104, L105, L107, L111, L203, L204, L206, L211) vor der zweiten Taille (G4) angeordnet  
sind.
9. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
zwischen den asphärischen Linsenoberflächen der Doppelasphäre (AS1 - AS4) ein Luftspalt (23) gemessen auf  
der optischen Achse (7) von maximal 20% ihres gemittelten Radiuses vorgesehen ist.
10. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 1, 2 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die benachbart angeordneten asphärischen Linsenoberflächen (AS1-AS4) in einem äquidistanten Abstand vonein-  
ander angeordnet sind.
11. Refraktives Projektionsobjektiv nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche 2 - 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in den ersten drei Linsengruppen (G1 bis G3) mindestens eine Doppelasphäre (21) angeordnet ist.
12. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 1, 2 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
sich die Radien der am besten passenden sphärischen Linsenoberflächen einer Doppelasphäre, die der jeweiligen  
asphärischen Linsenoberfläche (AS1 bis AS4) zugeordnet ist, um weniger als 30 % voneinander unterscheiden,  
wobei von dem vom Betrag größeren Radius ausgegangen wird.
13. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 1,2 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Scheitelradien der am besten passenden sphärischen Linsenoberflächen  
einer Doppelasphäre, die der jeweiligen asphärischen Linsenoberfläche (AS1 bis AS4) zugeordnet ist, um weniger  
als 30 % voneinander unterscheiden, wobei von dem vom Betrag größeren Radius ausgegangen wird.
14. Projektionsobjektiv nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
sich die Durchmesser der ersten 13 Linsenoberflächen nahezu nicht, vorzugsweise um weniger als 10 %, unter-  
scheiden.
15. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 2 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die ersten 13 Linsenoberflächen einen Durchmesser (D1) aufweisen, der kleiner als 40 % des maximalen Durch-  
messers (D2) von Linsen des Objektives (5) ist.
16. Projektionsobjektiv nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**,  
mittels der Doppelasphären (21) eine numerische Apertur von mindestens 0,9 bereit gestellt wird.
17. Projektionsobjektiv nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
durch zwei Linsenoberflächen ein mit Fluid beaufschlagbarer Zwischenraum gebildet wird.
18. Projektionsobjektiv mindestens nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

mindestens 40 % der Linsen, vorzugsweise 60% der Linsen, sphärisch sind.

19. Projektionsobjektiv nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

mindestens 60 % der Linsen sphärisch sind.

20. Projektionsobjektiv nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Projektionsobjektiv in einer Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie enthalten ist.

21. Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Bauteile bei dem ein mit einer lichtempfindlichen Schicht versehenes Substrat (15) mittels einer Maske (9) und einer Projektionsbelichtungsanlage (1) mit einer Linsenanordnung (19) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19 durch ultraviolettes Laserlicht belichtet wird und gegebenenfalls nach Entwickeln der lichtempfindlichen Schicht entsprechend einem auf der Maske enthaltenen Muster strukturiert wird.

#### Claims

1. Projection objective having an object plane 0 and having an image plane 0' with a plurality of lenses, at least two lens surfaces arranged adjacent to one another being aspheric and denoted below as a double asphere, the double asphere being arranged spaced apart from the image plane 0' at a distance of at least the maximum lens diameter (D2) of the objective, **characterized in that** the distance (23) between the aspheric lens surfaces of the double asphere (21) is smaller than half the lens diameter of the averaged lens diameter of the double asphere (21), and **in that** a numerical aperture of at least 0.8 is provided by means of the double aspheres (21).

2. Projection objective according to Claim 1, **characterized in that** it is refractive and includes at least five lens groups (G1-G5).

3. Projection objective according to Claim 2, **characterized in that** two of the lens groups have negative refractive power, and at least one of these lens groups of negative refractive power comprises only two lenses of negative refractive power.

4. Projection objective according to Claim 3, **characterized in that** the second lens group of negative refractive power also has at most two lenses of negative refractive power.

5. Projection objective according to Claim 4, **characterized in that** an aspheric lens surface is arranged in the second waist.

6. Projection objective according to Claim 4 or 5, **characterized in that** at least one lens (L720, L722, L723) with an aspheric lens surface is provided in a lens group (G5) of positive refractive power in which a diaphragm (AP) is arranged.

7. Projection objective at least according to Claim 2, **characterized in that** the aspheric lens surfaces (AS1 and AS2, AS3 and AS4) are arranged on different lenses (L).

8. Projection Objective according to Claim 2, **characterized in that** all the aspheric lenses (L104, L105, L107, L111, L203, L204, L206, L211) are arranged upstream of the second waist (G4).

9. Projection objective at least according to Claim 2, **characterized in that**, measured on the optical axis (7), an air gap (23) of at most 20% of the mean radius of the double asphere (AS1-AS4) is provided between the aspheric lens surfaces of said double asphere.

10. Projection objective at least according to Claim 1, 2 or 7, **characterized in that** the adjacently arranged aspheric lens surfaces (AS1-AS4) are arranged at an equidistant spacing from one another.

11. Refractive projection objective according to at least one of the preceding claims 2-10, **characterized in that** at least

one double asphere (21) is arranged in the first three lens groups (G1 to G3).

12. Projection objective at least according to Claim 1, 2 or 7, **characterized in that** the radii of the most suitable spherical lens surfaces of a double asphere which is assigned to the respective aspherical lens surface (AS1 to AS4) differ from one another by less than 30%, the starting point being the radius of larger absolute value.
13. Projection objective at least according to Claim 1, 2 or 7, **characterized in that** the vertex radii of the most suitable spherical lens surfaces of a double asphere which is assigned to the respective aspheric lens surface (AS1 to AS4) differ from one another by less than 30%, the starting point being the radius of larger absolute magnitude.
14. Projection objective according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the diameters of the first 13 lens surfaces virtually do not differ from one another, preferably doing so by less than 10%.
15. Projection objective at least according to Claim 2 or 7, **characterized in that** the first 13 lens surfaces have a diameter (D1) which is smaller than 40% of the maximum diameter (D2) of lenses of the objective (5).
16. Projection objective according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a numerical aperture of at least 0.9 is provided by means of the double aspheres (21).
17. Projection objective according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** two lens surfaces form an interspace to which fluid can be applied.
18. Projection objective at least according to Claim 1 or 2, **characterized in that** at least 40% of the lenses, preferably 60% of the lenses, are spherical.
19. Projection objective according to Claim 2, **characterized in that** at least 60% of the lenses are spherical.
20. Projection objective according to at least one of Claims 1 to 19, **characterized in that** the projection objective is included in a microlithography projection exposure machine.
21. Method for producing microstructured components, in the case of which a substrate (15) provided with a photosensitive layer is exposed to ultraviolet laser light by means of a mask (9) and a projection exposure machine (1) having a lens arrangement (19) according to at least one of Claims 1 to 19, and, if appropriate, after development of the photosensitive layer, patterned in accordance with a pattern contained on the mask.

#### Revendications

1. Objectif de projection qui présente un plan d'objet 0 et un plan d'image 0' ainsi que plusieurs lentilles, dans lequel au moins deux surfaces de lentilles agencées au voisinage l'une de l'autre sont non sphériques et forment ce qui, à la suite, est appelé double asphère, dans lequel la distance entre cette dernière et le plan d'image 0' est au moins égal au diamètre maximal (D2) de lentille de l'objectif, **caractérisé en ce que** la distance (23) entre les surfaces asphériques de lentille de la double asphère (21) est inférieure à la moitié du diamètre moyen de lentille de la double asphère (21) et **en ce qu'**au moyen de la double asphère (21), on obtient une ouverture numérique d'au moins 0,8.
2. Objectif de projection selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est réfringent et comprend au moins cinq groupes de lentilles (G1 - G5).
3. Objectif de projection selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** deux des groupes de lentilles présentent un pouvoir réfringent négatif et au moins un de ces groupes de lentilles à pouvoir réfringent négatif ne présente que deux lentilles à pouvoir réfringent négatif.
4. Objectif de projection selon la revendication 3; **caractérisé en ce que** le deuxième groupe de lentilles à pouvoir réfringent négatif ne présente également au maximum que deux lentilles à pouvoir réfringent négatif.
5. Objectif de projection selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**une surface asphérique de lentille est agencée dans le deuxième étranlement.



## EP 1 242 843 B1

6. Objectif de projection selon les revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce qu'**au moins une lentille (L720, L722, L723) qui présente une surface asphérique est prévue dans un groupe de lentilles (G5) à pouvoir réfringent positif dans lequel est agencé un filtre (AP).
- 5 7. Objectif de projection au moins selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les surfaces asphériques de lentille (AS1 et AS2, AS3 et AS4) sont agencées sur différentes lentilles (L).
8. Objectif de projection selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** toutes les lentilles asphériques (L104, L105, L107, L111, L203, L204, L206, L211) sont agencées en amont du deuxième étranglement (G4).
- 10 9. Objectif de projection au moins selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**un interstice d'air (23) qui, mesuré sur l'axe optique (7), représente au plus 20 % du rayon moyen de la double asphère (AS1 - AS4) est agencé entre les surfaces asphériques de lentille de cette dernière.
- 15 10. Objectif de projection au moins selon les revendications 1, 2 ou 7, **caractérisé en ce que** les surfaces asphériques de lentille (AS1 - AS4) agencées au voisinage les unes des autres le sont de façon équidistante.
11. Objectif réfringent de projection selon l'une au moins des revendications précédentes 2 à 10, **caractérisé en ce qu'**au moins une double asphère (21) est agencée dans les trois premiers groupes de lentilles (G1 à G3).
- 20 12. Objectif de projection au moins selon les revendications 1, 2 ou 7, **caractérisé en ce que** les surfaces sphériques les plus appropriées de lentille d'une double asphère, dont chacune est associée à une surface asphérique de lentille (AS1 à AS4), ont des rayons qui diffèrent les uns des autres de moins de 30 % du rayon le plus grand.
- 25 13. Objectif de projection au moins selon les revendications 1, 2 ou 7, **caractérisé en ce que** les surfaces sphériques les plus appropriées de lentille d'une double asphère, dont chacune est associée à une surface asphérique de lentille (AS1 à AS4), ont en leur sommet des rayons qui diffèrent les uns des autres de moins de 30 % du rayon le plus grand.
- 30 14. Objectif de projection selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les diamètres des 13 premières surfaces de lentilles ne diffèrent presque pas et de préférence de moins de 10 %.
15. Objectif de projection au moins selon les revendications 2 ou 7, **caractérisé en ce que** les 13 premières surfaces de lentilles ont un diamètre (D1) inférieur à 40 % du diamètre de lentille maximal (D2) de l'objectif (5).
- 35 16. Objectif de projection selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on obtient une ouverture numérique d'au moins 0,9 au moyen des doubles asphères (21).
17. Objectif de projection selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux surfaces de lentilles forment un espace intermédiaire qui peut être alimenté en fluide.
- 40 18. Objectif de projection au moins selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins 40 % et de préférence au moins 60 % des lentilles sont sphériques.
- 45 19. Objectif de projection selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**au moins 60 % des lentilles sont sphériques.
20. Objectif de projection selon au moins l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'**il fait partie d'une installation d'éclairage de projection pour microlithographie.
- 50 21. Procédé de fabrication de composants microstructurés, dans lequel on éclaire un support (15) muni d'une surface photosensible à travers un masque (9) et à la lumière laser ultraviolette avec une installation d'éclairage de projection (1) qui présente un agencement (19) de lentilles selon l'une au moins des revendications 1 à 19 et, éventuellement après avoir développé la couche photosensible, on structure ce support selon un motif présent sur le masque.
- 55

FIG. 1

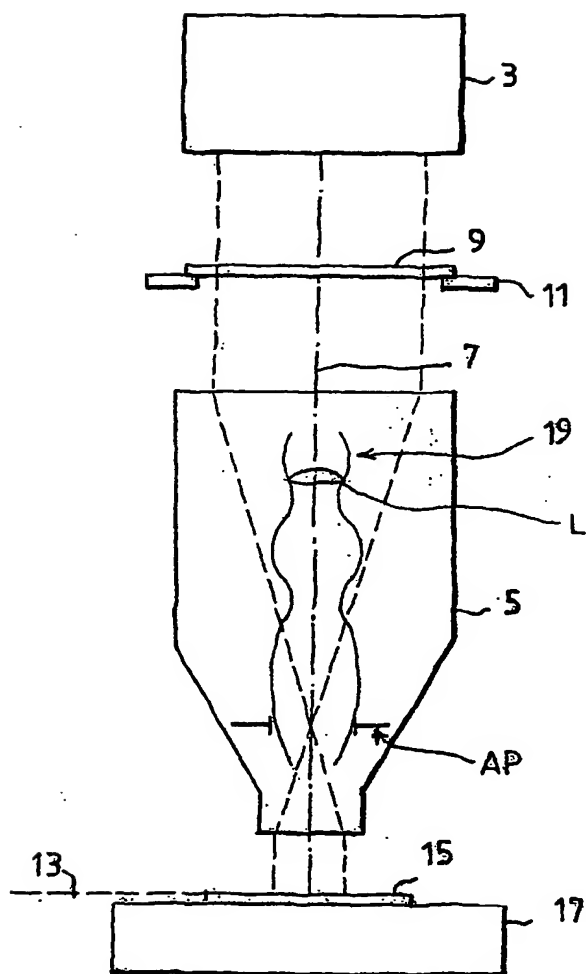


FIG. 2

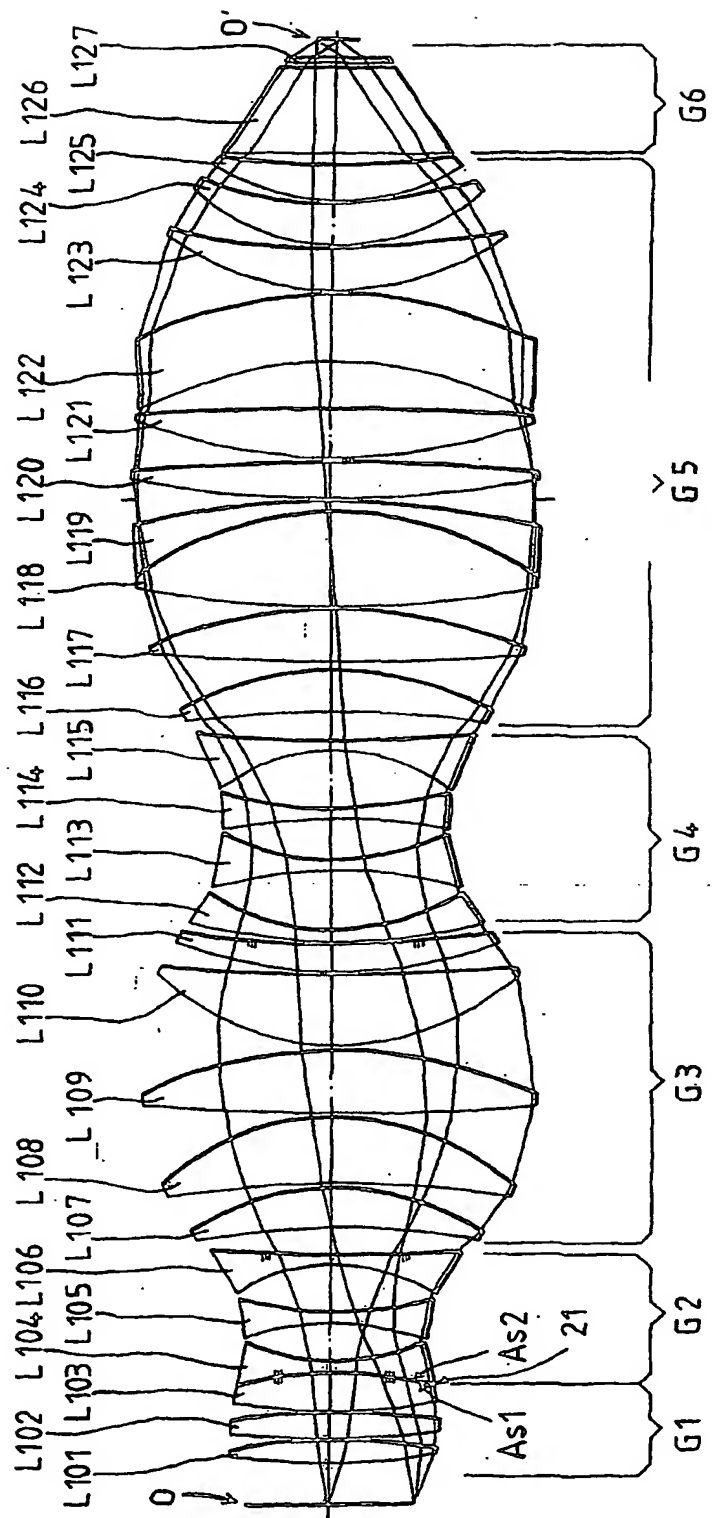


FIG.3

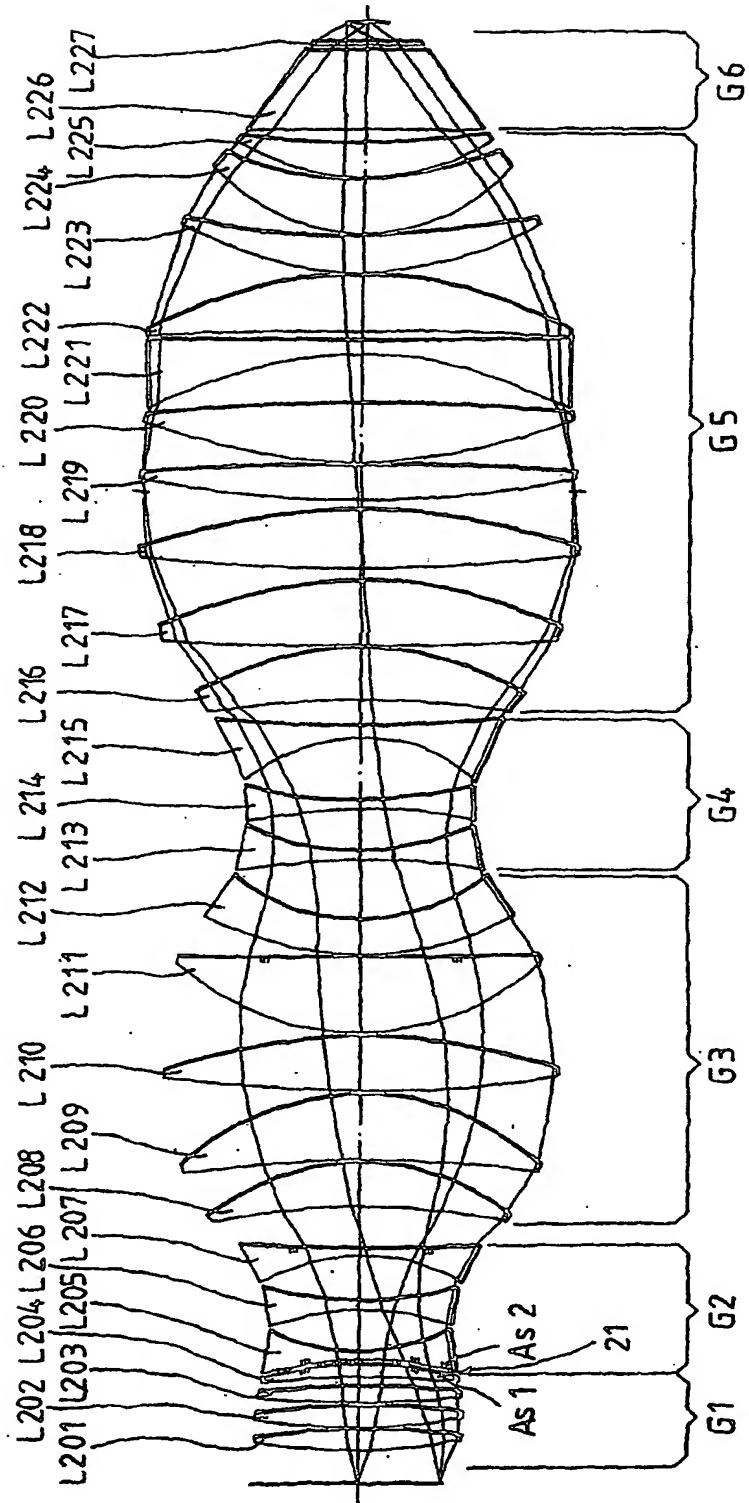


FIG. 4

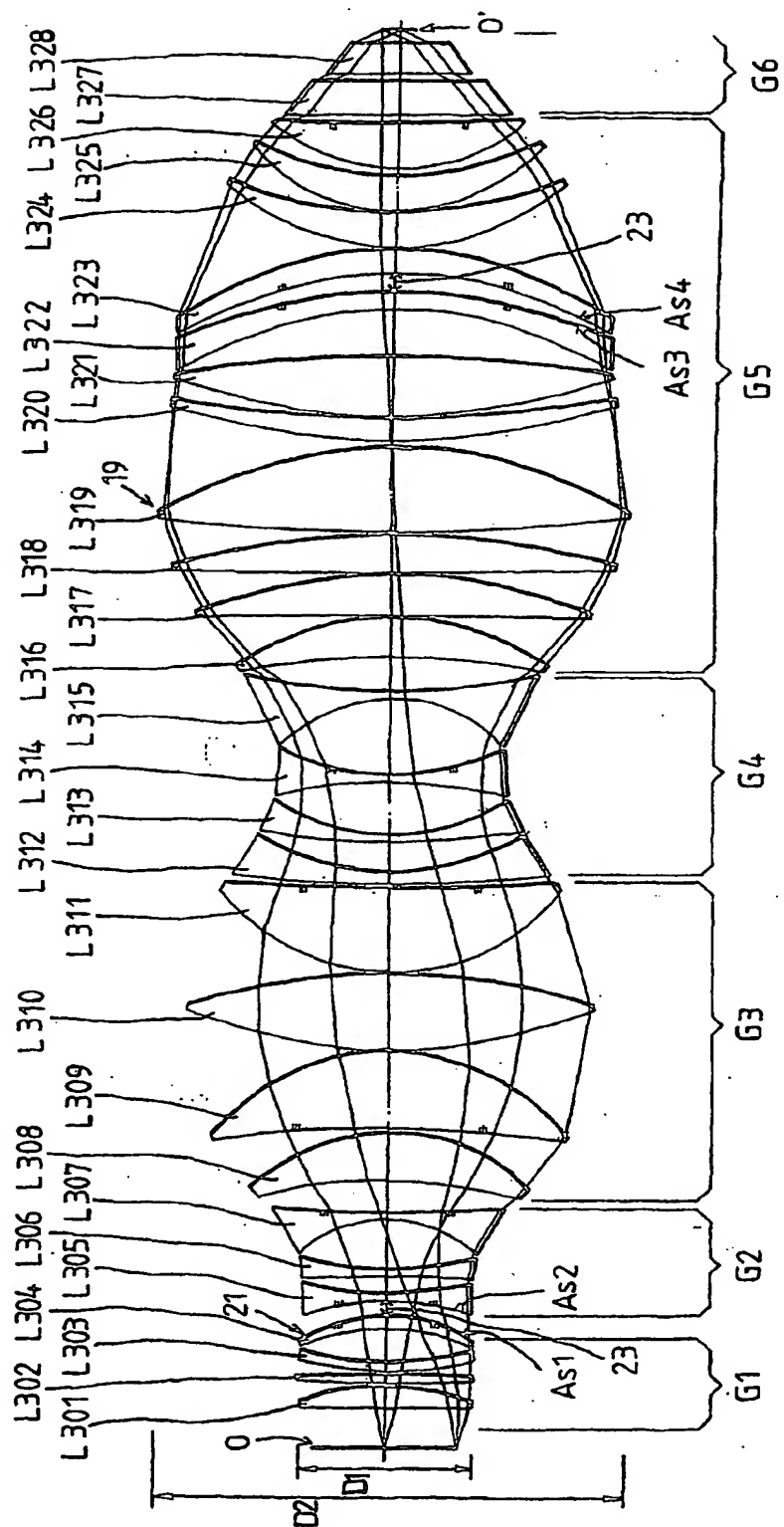


FIG.5

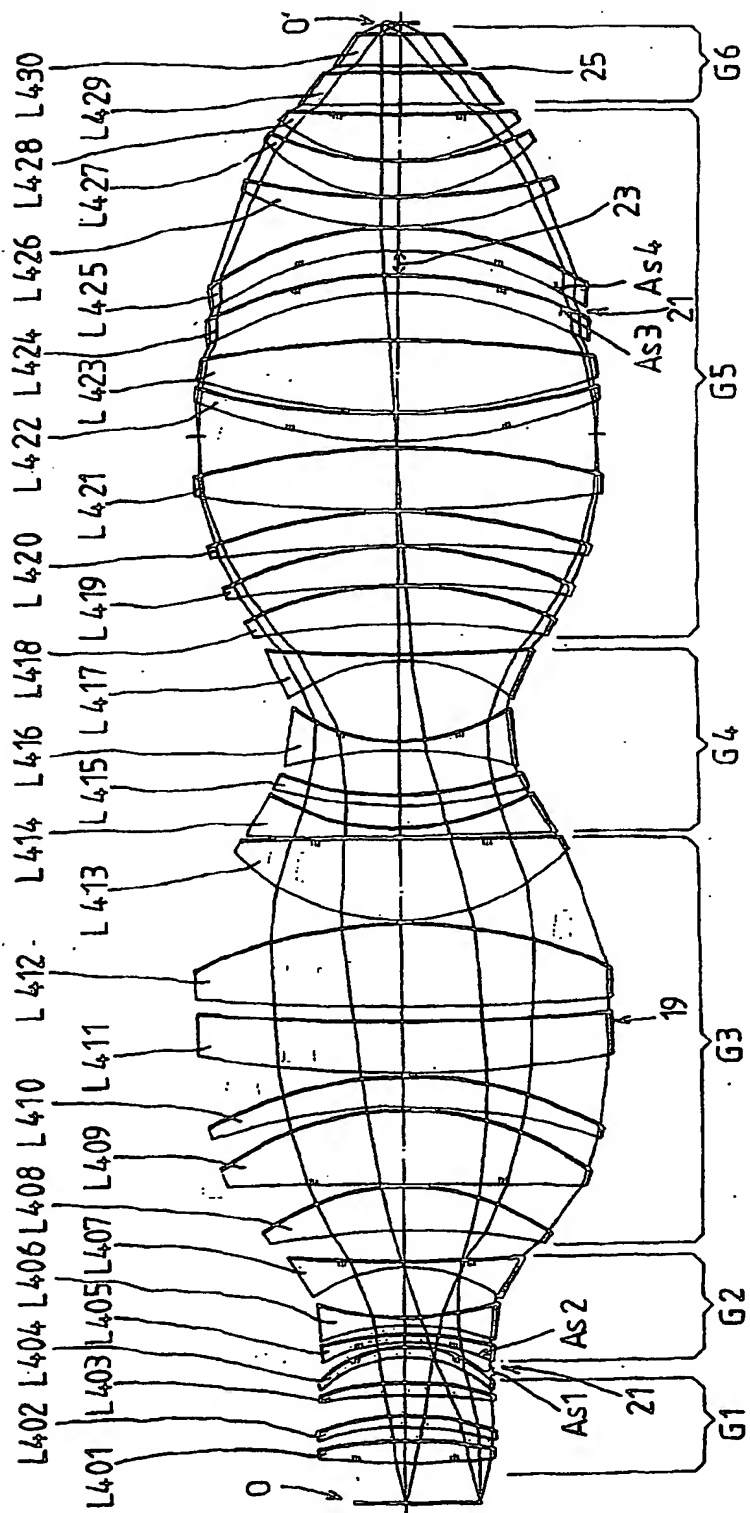


FIG.6

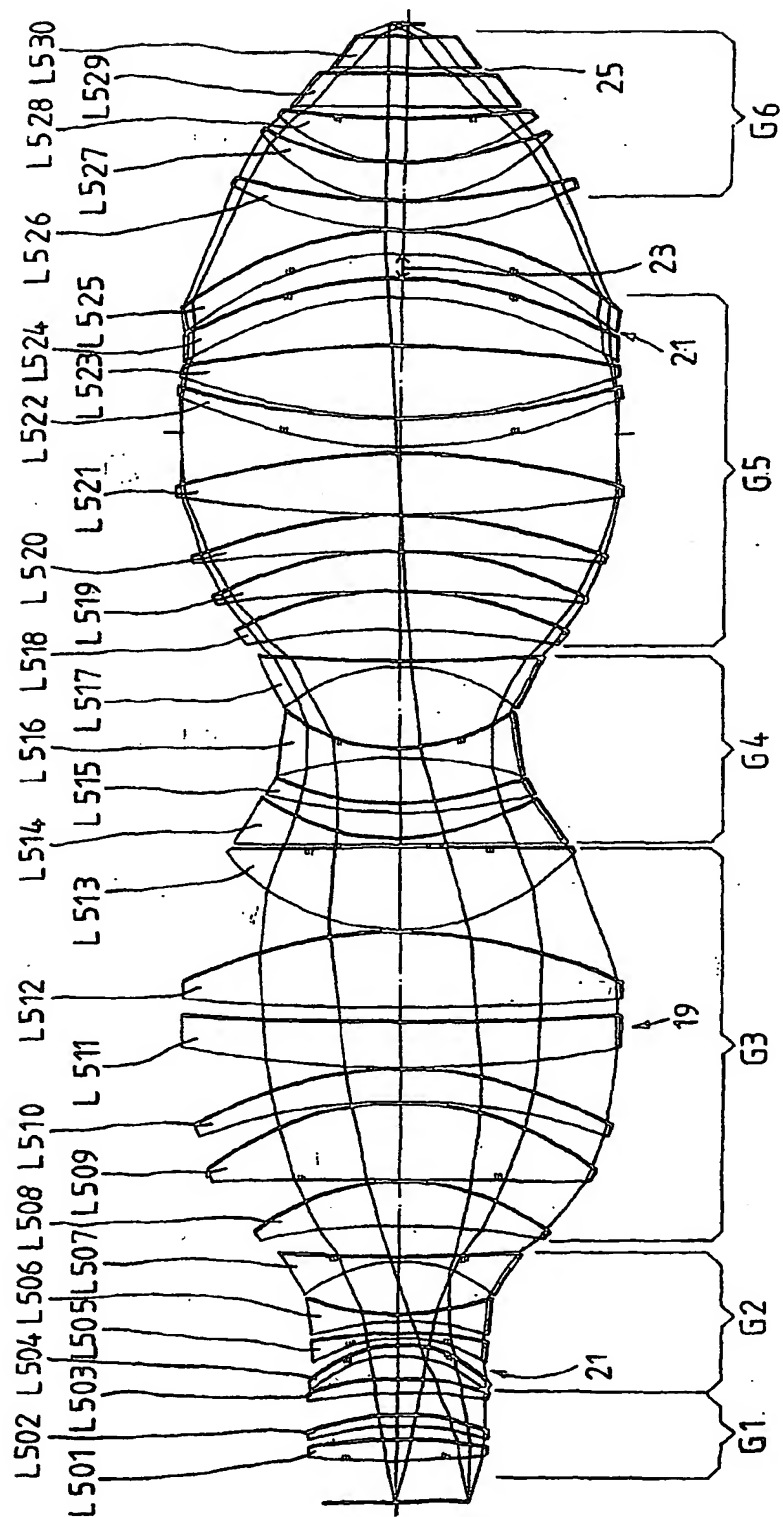


FIG. 7

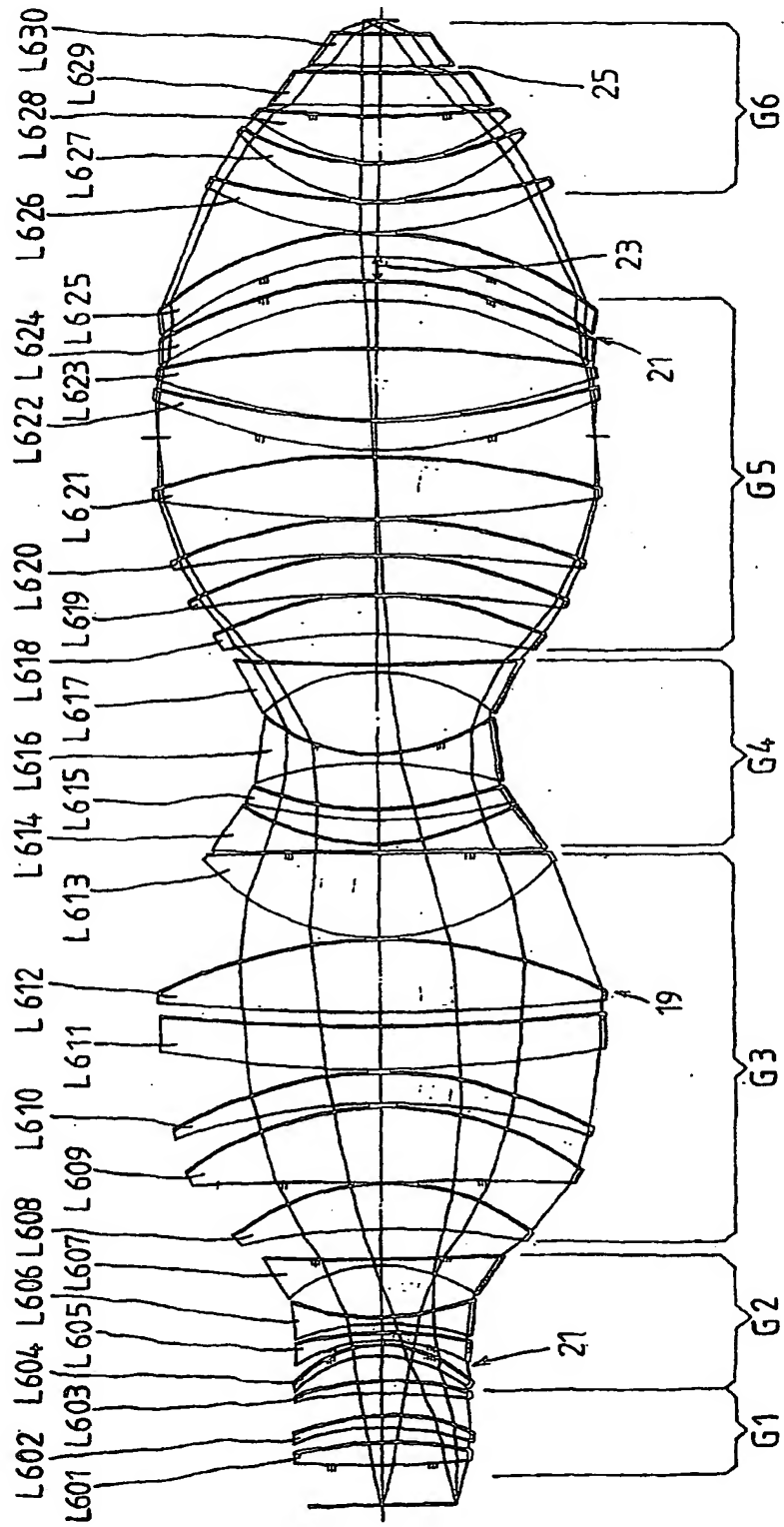




FIG. 8

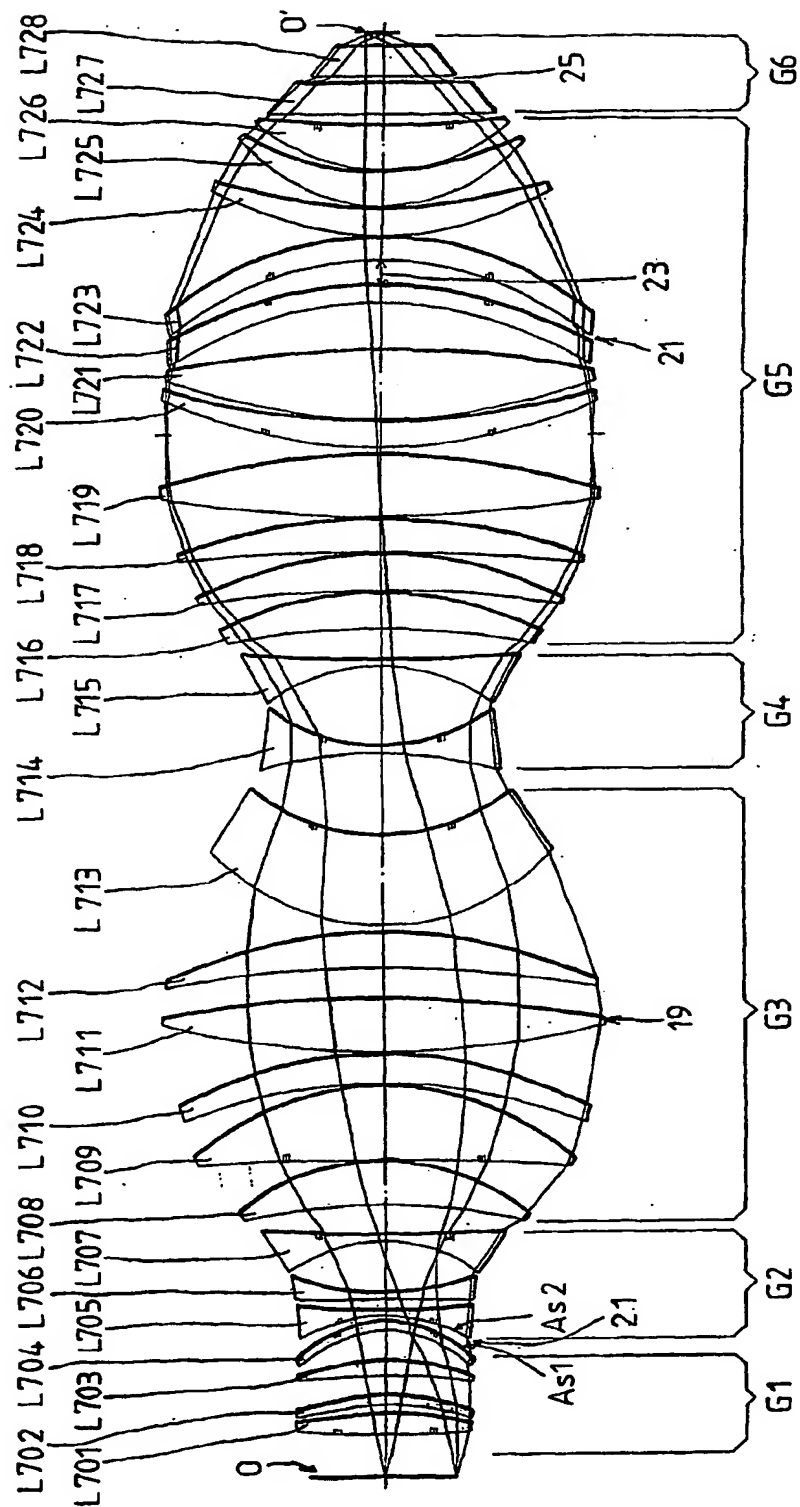
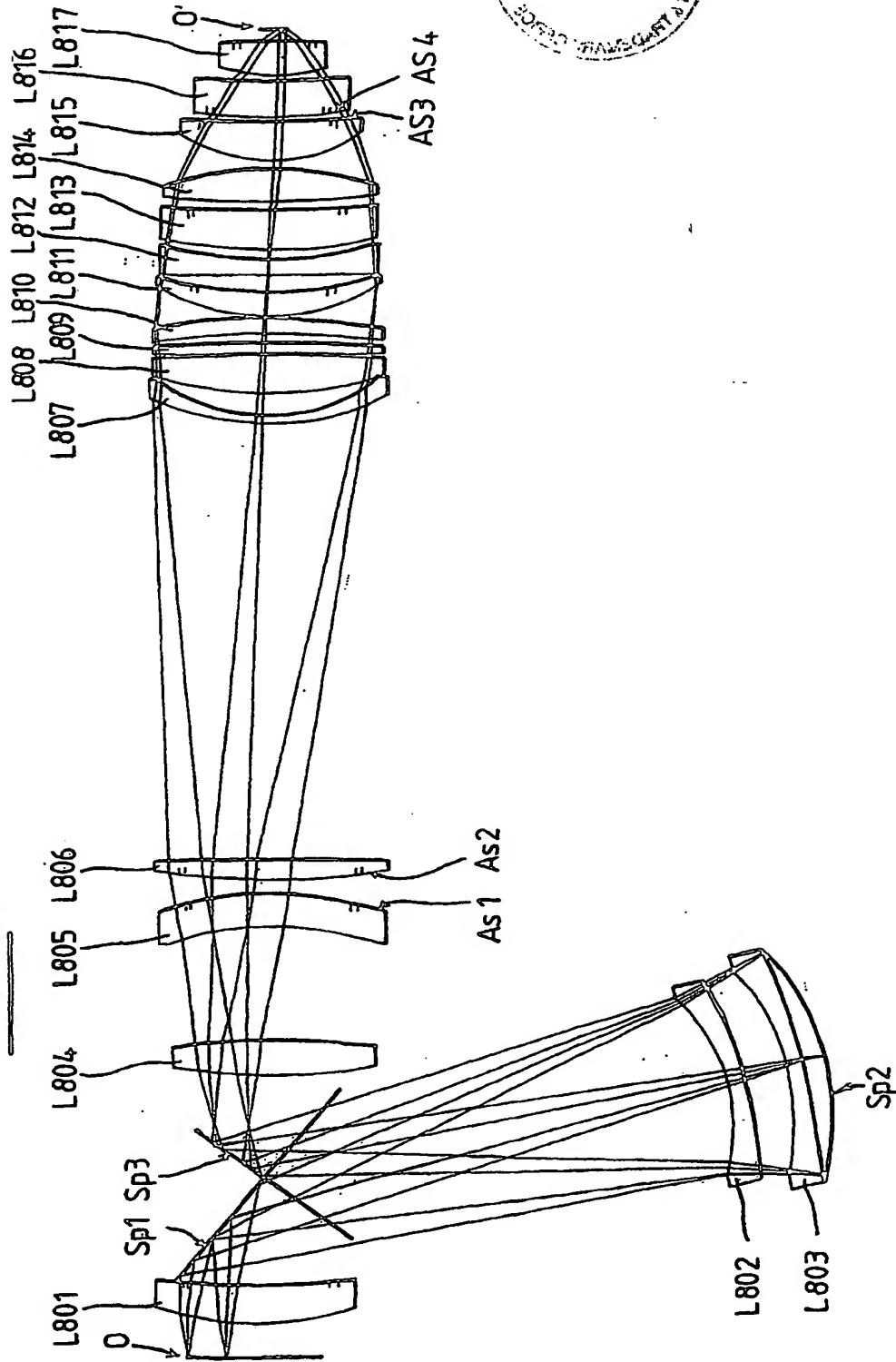




FIG. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**